Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Isabel Margarida Silva Rodrigues

Sistema de Apoio à Exploração de Estações de Tratamento de Águas Residuais.

Tese de Mestrado
Ciclo de Estudos Integrados Conducentes ao
Grau de Mestre em Engenharia Civil

Trabalho efectuado sob a orientação do
Professor Doutor Paulo Jorge Ramísio Pernagorda
Professor Doutor António Armando Lima Sampaio Duarte

Outubro de 2012

"Stay hungry. Stay Foolish"

Steve Jobs

À minha Família.

AGRADECIMENTO

Em primeiro lugar, desejo manifestar o meu profundo agradecimento aos professores Doutor Paulo Jorge Ramísio Pernagorda e Doutor António Armando Lima Sampaio Duarte, supervisores científicos desta dissertação, pelas orientações, sugestões e críticas, pela disponibilidade e empenho constante ao transmitirem-me os seus vastos conhecimentos e valores que, inequivocamente, contribuem para a valorização da minha formação académica e pessoal.

Ao professor João de Quinhones Levy pela disponibilidade, interesse, incentivo e orientação nas questões relacionadas com problemas e soluções que devem ser adoptadas em ETAR, assim como, o meu profundo agradecimento pelo livro disponibilizado.

Às entidades gestoras e à comunidade científico-académica, pela disponibilidade e contribuição prestadas no inquérito sem as quais a realização desta dissertação não teria sido possível.

Aos meus pais, porque sem eles nada disto seria possível. Por todo o investimento feito, pelo carinho, amizade, paciência e amor que me dão ao longo da vida, muito OBRIGADA.

De um modo muito especial, agradeço ao Hugo que, desde o início, me auxiliou e encorajou, apoiando-me em todos os momentos com paciência, amizade e amor, que se reveste de uma importância extrema.

À minha prima Ni, por todos os momentos menos bons que passei, estando sempre presente com conselhos encorajadores, pelo ombro amigo, pela amizade... acima de tudo, o meu muito obrigada.

Ao meu primo Pedro, que apesar de só ter dois anos, proporcionou-me vários momentos de alegria: quando chegava à casa dele em baixo, bastavam cinco minutos e saia de lá como nova. A inocência de uma criança e a pureza dos seus sentimentos são uma mais valia para a formação de qualquer adulto!

Ao meu irmão Tito, pela árdua semana de trabalho a meu lado - sei que não sou muito fácil sobre pressão! -, obrigada, do fundo do meu coração.

À Xaninha, por este ultimo ano, pelo apoio, pela paciência, por tudo, obrigada por fazeres parte do meu ciclo de amigos.

Ao meu irmão Dario por se manter imparcial e me deixar estar no meu canto a trabalhar.

À Catita, à Sininho e à Dora por serem quem são e, simplesmente, por fazerem parte da minha vida.

À minha família, um muito obrigada especial pelas conversas de encorajamento e de apoio.

Aos meus amigos, obrigada simplesmente por serem meus amigos e por saber que posso sempre contar com vocês.

RESUMO

A drenagem e tratamento de águas residuais constituem serviços públicos de caráter estrutural, essenciais ao bem-estar geral, à saúde pública, à segurança coletiva das populações e à proteção do ambiente.

Os serviços inerentes ao tratamento de águas residuais têm como principal objetivo o tratamento adequado da água residual, garantindo a proteção ambiental dos meios recetores. Como tal, devem reger-se por princípios de universalidade, continuidade e qualidade de serviço, eficiência e sustentabilidade.

A Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos (ERSAR) implementou um sistema de avaliação de desempenho das entidades gestoras baseado em indicadores de desempenho relativos à defesa do interesse dos utilizadores. Este sistema garante também a sustentabilidade ambiental e da entidade gestora.

Desde 2004, a ERSAR tem vindo a atribuir classificações qualitativas relativas ao desempenho das entidades gestoras reguladas, de acordo com intervalos quantitativos, pré-definidos para cada indicador de desempenho.

Para assegurar e salvaguardar a qualidade dos serviços, sugere-se a criação de um sistema de apoio às entidades gestoras das estações de tratamento, de forma a diminuir os impactos que os problemas operacionais possam causar nas mesmas e, consequentemente, incumprimentos dos objetivos impostos pelas Entidades Reguladoras.

O trabalho aqui desenvolvido tem como principal objetivo a pesquisa de problemas operacionais e respetivas soluções, por forma a contribuir na rápida identificação de soluções para os problemas operacionais, que possam surgir nas ETAR. Este procedimento permitirá minimizar o tempo consumido na procura e implementação das soluções adequadas, permitindo ainda a partilha de experiências obtidas na gestão dos diferentes sistemas, contribuindo desta forma para o cumprimento das normas impostas pela entidade reguladora.

PALAVRAS-CHAVE: ETAR; problemas operacionais; sistema de apoio à exploração de ETAR

ABSTRACT

Drainage and wastewater treatment facilities are structural systems for the guarantee of public health, the collective security of people and the environment protection.

Wastewater treatment plants (WWTP) have as main objective to provide the proper treatment to wastewater, ensuring the final effluent quality and the associated environmental protection. Therefore, these utilities should be governed by principles of universality, continuity, quality, efficiency and sustainability.

The Portuguese Regulatory Authority for Water and Waste Services (ERSAR) implemented a management performance evaluation, based on performance indicators. This system also ensures the sustainability and environmental management entity.

Since 2004, ERSAR has assigned qualitative ratings on the performance of managers, regulated in accordance with quantitative intervals, pre-defined for each performance indicator.

To ensure and safeguard the quality of services, it is suggested to develop a decision support system for the management of operational problems in wastewater treatment plants. This procedure could reduce the impact that operational problems cause and help to fulfill the goals set by regulators.

The work developed has as main objective the research of operational problems, and respective solutions, in order to help in the rapid identification of solutions to operational problems that may arise in WWTP, ensuring the reduction of the time to identify and implementing appropriate solutions, but also to create a way to share experiences in the management of different systems, thus contributing to the fulfillment of the quality standards.

KEYWORDS: Wastewater Treatment Plants (WWTP); Decision Support Systems; Operational problems.

ÍNDICE

INDICE DE FIGURAS

INDICE DE TABELAS

1. INTRODUÇÃO

1.1 Enquadramento geral

A criação de instalações sanitárias e redes de drenagem de águas residuais começou na Índia e na Mesopotâmia, entre 4500-2500 a.C.. Com a Grécia e o Império Romano, houve a necessidade de criação de balneários públicos, aquedutos e redes de drenagem mais complexos e eficazes. Devido a estas necessidades emergentes, os Romanos dimensionaram e construíram colectores debaixo das ruas para transportar a mistura de água e dejectos por gravidade.
Na Idade Média o “abandono” dos ideais clássicos dos antepassados também se refletiu ao nível do saneamento. A gestão de resíduos em aglomerados urbanos começou por ser feita individualmente em cada habitação, sendo a quantidade de água utilizada muito inferior da que se verifica atualmente, uma vez que era necessário recolher a água dos poços ou dos cursos de água mais próximos e transporta-la para a habitação. Raramente existia água canalizada nos centros urbanos e, mais raro ainda, nas habitações individuais. A água utilizada para a higiene pessoal, lavagem dos pavimentos das habitações ou nas cozinhas era infiltrada nos terrenos, no melhor dos casos. Os excrementos humanos eram armazenados e transportados em carroças para locais de despejo, ou utilizados como fertilizantes na agricultura.
A escassez de meios e técnicas de gestão de resíduos verificada naquela altura, colocava em causa a saúde pública devido à consequente falta de higiene derivada destas práticas. Tendo gerado contínuos surtos de pestes bubónicas que dizimavam as populações.
Nas últimas décadas, verificaram-se significativos investimentos em Portugal por forma a aumentar os níveis de serviço em drenagem e tratamento de águas residuais. Através desse esforço verifica-se um significativo aumento de sistemas de saneamento em operação. O tratamento das águas residuais é feito através das Estações de Tratamento de Águas Residuais (ETAR). que durante um longo período de tempo foram administrados apenas pelo Estado, até ao dia em que foi permitido o acesso de entidades, com capitais privados, a esta gestão.
Esta nova abertura fez emergir a oportunidade de concorrência neste tipo de mercado, que até a esta altura era inexistente, o que conduziu a uma necessidade de regulação destes serviços, de modo a garantir a gestão sustentável destes como um bem público e a sua universalidade de acesso.

Com a urgência de regulação deste novo mercado, surgiu, em 1997, o Instituto Regulador de Águas e Resíduos (IRAR). No ano de 2009 este organismo tomou a designação de Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos (ERSAR). Esta entidade tem como principal objectivo defender os direitos dos consumidores utentes dos sistemas multimunicipais e municipais, e assegurar a sustentabilidade económica destes. Procedendo deste modo, esta pretende promover a regulação como instrumento moderno de intervenção do Estado nos sectores de atividade económica fundamentais, com vista ao seu bom funcionamento e à defesa do interesse público. A atuação da ERSAR deve pautar-se pelos princípios de competência, isenção, imparcialidade e transparência, e ter em conta, de forma integrada, as vertentes técnica, económica, jurídica, ambiental, de saúde pública, social e ética, que devem caracterizar estes serviços (ERSAR, 2012).

O nível qualificativo de um serviço resulta da sua capacidade de satisfazer as necessidades do utilizador. A entidade gestora de um serviço deve avaliar continuamente a sua atividade, verificando o cumprimento dos objectivos propostos, quantificando a eficiência dos processos e identificando e corrigindo as deficiências detectadas.

Este órgão de fiscalização deve zelar pelos interesses dos consumidores, defendendo-os junto das entidades gestoras e garantindo o cumprimento das regras contratuais que com ela tenham sido estabelecidas, como de pode verificar na figura 1.1.1 (Sampaio, 2000).

Figura 1.1.1- Competências do Órgão de Fiscalização

A ERSAR, tendo a seu cargo a regulação das entidades gestoras de serviços de águas e resíduos, tem como um dos seus principais objectivos procurar obter sinergias através de parcerias com as instituições técnicas e científicas mais relevantes do sector. Nesse sentido, foi estabelecida uma parceria de cooperação técnica e científica com o Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC), no sentido de desenvolver metodologias e instrumentos claros de apoio à avaliação da qualidade de serviço, com a definição de indicadores de desempenho (com base no manual

publicado pela IWA para serviços de águas residuais) que fossem aplicáveis à realidade das empresas gestoras abrangidas neste processo de regulação e promovesse a defesa dos interesses dos utilizadores, bem como a sustentabilidade ambiental e da própria entidade gestora, de forma a que a avaliação de desempenho promovida seja continuamente consistente, transparente e auditável (Granja, 2010).

Anualmente é lançado pela ERSAR um Relatório Anual do Sector de Águas e Resíduos em Portugal (RASARP), que contempla a informação mais relevante quanto à caracterização geral do sector de águas e resíduos. São abordados a caracterização do sector de águas e resíduos, os principais intervenientes, as várias vertentes dos recursos afectos ao sector (recursos infraestruturais, financeiros, humanos e tecnológicos), o ponto de situação relativamente ao acompanhamento dos planos estratégicos, a análise do mercado de serviços de águas e resíduos, a interface com os utilizadores e a principal legislação e normalização relacionada (RASARP, 2010).

O Inventário Nacional de Sistemas de Abastecimento de Águas e Águas Residuais (INSAAR), tendo sido criado em 2002, tem como principal função o levantamento e tratamento de informações relativas aos serviços de abastecimento de água e de drenagem e tratamento de águas residuais prestado por todas as entidades gestoras no âmbito nacional.

A recolha de dados incide sobre aspectos de natureza qualitativa e quantitativa do abastecimento de água, e da drenagem e tratamento de águas residuais do ciclo urbano da água, aspectos físicos e de funcionamento das componentes que integram os sistemas. Esta recolha é feita anualmente através do preenchimento de um inquérito no próprio site do INSAAR.

Após identificação de situações de incoerência ou insuficiência, no preenchimento, as entidades gestoras em causa são notificadas pelo INAG, sendo-lhes atribuído um prazo de resposta para justificação e/ou alteração dos dados anteriormente inseridos. Após o término do prazo, a equipa do INSAAR faz uma insistência via *e-mail* ou via telefone junto das entidades gestoras em questão no sentido de obter uma resposta (INSAAR, 2012)

1.2 Objectivos e metodologia de desenvolvimento do trabalho

O trabalho desenvolvido na presente dissertação tem como principal objectivo a criação de um sistema estruturado com os principais problemas operacionais associados à gestão de Estações de Tratamento de Águas Residuais, de modo a apoiar as entidades gestoras das ETAR na rápida identificação das soluções de natureza técnica dos possíveis problemas operacionais que se possam verificar durante a operação das estações.

De maneira a garantir o sucesso deste sistema foi elaborada uma pesquisa bibliográfica dos principais problemas e soluções operacionais, sendo armazenado numa base de dados, especificamente criada para o efeito. Foi ainda realizado um trabalho de campo por forma a completar os problemas operacionais identificados na literatura e, as soluções adoptadas para a sua resolução.

Através da realização de um inquérito junto de operadores e gestores de ETAR, assim como investigadores e docentes universitários especializados neste tema, foi também possível validar a frequência e a severidade da ocorrência de cada problema operacional. Foi ainda elaborada uma análise de risco para que se possa compreender a gravidade dos problemas.

Todos os dados foram organizados numa só plataforma que servirá de ponto de partida ao nosso sistema. A elaboração deste sistema de apoio pretende diminuir o tempo que se despende na procura de soluções para a resolução dos problemas operacionais que surgem em ETAR, de forma a minimizar os danos que possam ser causados pelo problema em causa.

Para uma boa eficiência do sistema será necessária a constante atualização da base de dados com novos problemas e novas soluções.

1.3 Estrutura da dissertação

A dissertação desenvolve-se ao longo de cinco capítulos, sendo a presente neste primeiro capítulo efetuada uma introdução ao tema através de uma apresentação histórica do desenvolvimento de sistema de tratamento, assim como, as entidades responsáveis pelo controlo da qualidade de tratamento. Assim faz-se uma revisão do estado do conhecimento relativo ao tema proposto, citando alguns dos seus interesses.

No capítulo 2 é feita uma descrição do funcionamento de uma ETAR, dividindo-se por fases de tratamento e parâmetros de controlo. Neste capítulo é também feita uma breve descrição dos órgãos de tratamento presentes na fase líquida do tratamento.

No capítulo 3 apresentam-se os problemas operacionais mais frequente em ETAR e, as respetivas soluções, com base numa pesquisa bibliográfica e no inquérito realizado. É apresentada a escala de risco adoptada para a análise dos problemas, de forma a dar maior relevância aos que apresentarem um risco maior para o bom funcionamento da ETAR.

São ainda apresentados os resultados relativos ao inquérito realizado. Para uma melhor interpretação, os dados são organizados em tabelas onde estão divididos por problema, causa possível, verificação da causa e soluções.

No capítulo 4 é apresentada uma Ferramenta de Apoio às Entidades Gestoras de ETAR, desenvolvida no âmbito desta dissertação e designada como "MATER" (Manual de Apoio Técnico à Exploração de ETAR). Neste capítulo, é abordado todo o processo de elaboração do programa, assim como apresentado um manual de utilização.

Por fim, no capítulo 5 são apresentadas as conclusões tiradas da elaboração desta dissertação e apresentadas propostas para desenvolvimentos futuros.

2. ESTADO DO CONHECIMENTO

2.1. Estações de Tratamento de Águas Residuais

O grau de tratamento a aplicar a uma água residual é normalmente determinado comparando as características desta, com as legalmente exigidas para a sua descarga no meio aquático em questão.
Individualmente, as sucessivas etapas de tratamento a que os esgotos são sujeitos podem ser classificadas como operações físicas ou processos químicos e/ou biológicos. São designadas como operações físicas, a remoção de determinado tipo ou tipos de poluentes, levada a cabo por meios físicos ou obtida por ação de forças físicas. São exemplos destas, as operações de gradagem, trituração, mistura, sedimentação, flotação, filtração, dissolução de ar, entre outras.
Os processos químicos consistem na remoção ou conversão de poluentes precedida pela adição de químicos e subsequentes reações. A coagulação, adsorção, certas formas de floculação e desinfecção são os exemplos mais comuns.
A remoção ou conversão de poluentes obtidas por atividade biológica são denominados processos biológicos. Este tipo de processos são usados essencialmente com o objectivo de eliminar substâncias orgânicas biodegradáveis, as quais são convertidas em gases e em tecido celular microbiano, sendo este último geralmente removido por sedimentação.
Nos sistemas convencionais de tratamento, as operações físicas e os processos biológicos são agrupados de forma a proporcionarem o grau de depuração requerido. Historicamente, o termo "tratamento primário" referem-se a operações físicas, o termo "tratamento secundário" a processos químicos e/ou biológicos e o termo "tratamento terciário" pode englobar operações físicas, processos químicos e processos biológicos, quer individualmente quer sequencialmente ou em combinação (Correia, 1997).
Os sistemas de tratamento de águas residuais mais comuns em Portugal são:

- Fossas sépticas e órgãos complementares;
- Leitos Percoladores de baixa carga;
- Leitos Percoladores de alta carga;
- Discos biológicos;
- Lamas ativadas de baixa carga, ou arejamento prolongado;
- Lamas ativadas de média carga, arejamento convencional;

- Lagunagem;

Qualquer um destes sistemas pode apresentar múltiplas alternativas, consoante as unidades que o constituem e os circuitos que forem estabelecidos nas fases líquidas das lamas (Levy *et al).*
A água residual descarregada no meio hídrico deve ter qualidade igual ou superior ao meio receptor (Decreto Lei n.º236/98). Assim, de acordo com as condições ambientais do meio hídrico receptor, pode-se exigir um nível de tratamento mais rigoroso do que o estabelecido na legislação (Myers *et al*., 1998).
O tratamento avançado em Estações de Tratamento de Águas Residuais, contempla normalmente 3 níveis de tratamento: primário, secundário e terciário. Assim, pode-se efetuar a avaliação da eficiência por fases de tratamento e/ou por órgão de tratamento, de forma a obter uma informação mais detalhada em relação ao desempenho do sistema de tratamento (Vieira *et al.,* 2006).

2.1.1 Fase de Tratamento

<u>Tratamento Primário</u>

Nesta fase inicial, o objectivo é proteger os processos de tratamento a jusante através da remoção dos sólidos de maior dimensão.
O tratamento primário diz assim respeito à remoção e desintegração de sólidos grosseiros, à remoção de areias e remoção de óleos e gorduras, se estiverem presentes em quantidade que se justifique.
Esta fase consiste, essencialmente, na remoção de matéria que possa causar problemas operacionais aos processos de tratamento subsequentes.
Os sólidos grosseiros são removidos por meios de grades e outros dispositivos. Os saibros e areias, são removidos no decantador primário, uma vez que sedimentam por gravidade mais rapidamente que os outros componentes sedimentáveis.
Existem dois tipos de grades: grades de barras fixas e grades rotativas. As grades de barras fixas consistem num conjunto de barras paralelas, rectas ou curvas, instaladas em posição vertical ou inclinada, com um espaçamento entre si de 10-40 mm. Nas estações de tratamento de águas residuais mais recentes, são instaladas grades espessadas de 3mm ou 6mm, que protegem os equipamentos da ETAR como, por exemplo, as bombas. Os detritos retidos nas grades são removidos manualmente ou por dispositivos mecânicos com frequência regular. Caso contrário, o

canal fica obstruído causando um extravasamento para os tanques de armazenamento de águas pluviais ou outros efeitos indesejáveis.

Nas ETAR de pequenas dimensões, os detritos são removidos das grades manualmente usando ancinhos, ao contrário das ETAR de grandes dimensões em que a remoção é feita mecanicamente.

Há dois tipos de grades rotativas: tamisadores em forma de taça e tamisores cilíndricos. Nos primeiros, a água residual flui através da grade cilíndrica, que consiste numa rede de malha fina, do interior para o exterior. Os gradados são removidos e caem em funil de carga ou tremonha, através de uma ação de limpeza com jactos de água, que pulveriza o efluente do topo superior da grade para baixo. Nos segundos, a água residual flui do exterior para o interior, através da grade cilíndrica, rodando em torno de um eixo horizontal, ao mesmo tempo que flui na direção axial. Os gradados acumulam-se no tambor à medida que este roda, mas tendem a ser afastados da superfície por um fluxo de água residual que cai sobre o lado ascendente do cilindro.

Nesta fase podem existir também trituradores que são equipamentos que consiste num tambor, que roda num eixo vertical, através do qual a água residual tem que passar do exterior para o interior. Os gradados são retidos na superfície exterior do tambor, triturados por lâminas e reduzidos a pedaços de pequenas dimensões que, por sua vez, são conduzidas através das aberturas do cilindro (Myers *et al., 1*998 e Braz, 2010).

Quando é utilizado o processo de floculação, a colisão de partículas, é promovida através da ação de meios mecânicos, que fazem com que estas formem grandes aglomerados a que se dão o nome de flocos. Os meios mecânicos têm como função a introdução de ar no tanque de floculação que faz com que partículas, tal como as gorduras, venham até à superfície, para depois serem removidas por braços mecânicos. Assim, neste ponto, deve ter-se em atenção a quantidade e a forma como o ar é introduzido nos tanques, dado que, se as bolhas de ar forem demasiado grandes podem "quebrar" os flocos já formados, acabando por sedimentar no fundo do tanque.

É também objectivo desta fase de tratamento, produzir efluentes adequados à descarga em águas classificadas como "menos sensíveis" através da remoção, por decantação, dos sólidos que não foram removidos no tratamento preliminar devido à sua reduzida dimensão, e redução da carga poluente para a fase seguinte (MetCalf & Eddy, 2003).

Esta fase também diz respeito ao primeiro dos principais estágios de tratamento. É o processo pelo qual os sólidos sedimentáveis são removidos da água residual gradada. Este processo ocorre pela passagem da água residual através de um tanque especialmente construído para o efeito, a uma velocidade tal que os sólidos são separados da fase líquida por gravidade. Os sólidos sedimentados são colhidos e removidos na base do tanque como lamas primárias. Quando estes órgãos

(decantadores primários) são operados corretamente podem reduzir significativamente a carga orgânica afluente ao estágio de tratamento secundário. Comparando os dois processos unitários, a sedimentação é, de longe, mais barata do que o tratamento biológico (tratamento secundário) em termos de unidade de remoção de poluição. Por esta razão, a maior parte das instalações têm incorporado no seu projeto uma decantação primária. A remoção de sólidos em suspensão acontece devido a vários processos que ocorrem simultaneamente dentro de um decantador, tais como floculação, adsorção e sedimentação. Os decantadores primários são normalmente projetados para remover entre 50 a 70% de sólidos suspensos e entre 25 a 40% de CBO_5 das águas residuais. A sua eficácia depende da natureza da água residual e, em particular, da proporção de matéria orgânica solúvel presente. O restante fluxo que não é retido no decantador primário contém pequenas partículas e matéria em suspensão que passa para o estágio seguinte de tratamento. Na segunda fase, é feita também a remoção dos sólidos suspensos e de substrato das águas residuais. Quando esta fase contempla a adição de químicos e outros agentes para se atingir o fim pretendido, considera-se como um tratamento primário avançado (Braz, 2010).

Tratamento Secundário

O tratamento secundário é normalmente realizado através de tratamento biológico, em que a água proveniente do tratamento primário é posta em contacto com microrganismos que vão realizar a decomposição da grande parte da matéria orgânica biodegradável presente.

Este tipo de tratamento pode ser feito recorrendo a processos de biomassa fixa ou biomassa suspensa.

É necessário entender o funcionamento específico de cada processo pois, apesar da grande maioria atuar através de microrganismos, todos eles têm comportamentos diferentes, assim como são dimensionados de diferentes maneiras (Myers *et al*., 1998).

Nos sistemas de lamas ativadas distinguem-se três processos de tratamento, com diferentes características apresentadas no quadro que se segue:

Tabela2.1 - Processos de tratamento (adaptado de Levy *et al.*)

Alta carga	É caracterizado por uma carga mássica elevada, compreendida entre 1 e 5 kg CBO_5/kg SSV/d. A concentração no reator é de 1500 a 3000 mg SST/l. A razão de recirculação é baixa, pelo que a produção de lamas em excesso é elevada, na ordem de 0,4 a 0,7 kg de lamas secas por kg de CBO_5 eliminado. O tempo de retenção hidráulica é baixo, 2 a 3 horas, assim como o consumo especifico de oxigénio: 0,4 a 0,8 kg O_2 por kg de CBO_5 eliminado.
Média carga	Este processo é também chamado de convencional. A carga mássica é mais baixa, 0,2 a 0,5 kg CBO_5/kg SSV/d. O tempo de retenção hidráulica é na ordem das 6 horas e a concentração no reator está compreendida entre 3000 e 5000 mg SST/l. A idade das lamas é superior a 4 dias e a taxa de recirculação é mais elevada que no processo anterior, de onde resulta uma menor produção de lamas, 0,3 a 0,5 kg de lamas secas por kg de CBO_5 eliminado. O consumo de oxigénio varia entre 0,8 e 1,2 kg de O_2 por kg de CBO_5 eliminada.
Baixa carga	O processo de baixa carga, ou arejamento prolongado caracteriza-se por uma carga mássica reduzida, 0,02 a 0,1 kg CBO_5/kg SSV/d e uma idade das lamas elevada, superior a 6 dias. A concentração no reator está compreendida entre 5000 e 8000 mg SST/l. O tempo de retenção hidráulica é na ordem das 20 a 24 horas. A produção de lamas é baixa, 0,1 a 0,2 kg de lamas secas por kg de CBO_5 eliminada e a taxa de recirculação e o consumo de oxigénio, elevadas, cerca de 1,2 a 2 kg de O_2 por kg de CBO_5 eliminada.

O principal objectivo do tratamento biológico é transformar através de oxidação, matéria biodegradável dissolvida em produtos finais aceitáveis.

Existem então dois tipos de reatores: os de biomassa fixa, em que os microrganismos estão numa superfície fixa e são normalmente designado por bio filtros, e os de biomassa suspensa, em que os microrganismos responsáveis pelo tratamento são mantidos em suspensão no líquido através de métodos de mistura apropriados, como é o caso das lamas ativadas.

Nos meios de biomassa fixa, o meio de suporte pode estar totalmente ou parcialmente submerso no líquido. Devido a isso, existem certas vantagens e desvantagens associadas a este tipo de reator.

A principal desvantagem está relacionada com a baixa eficiência da biomassa devido à necessidade da matéria orgânica ter de ser transportada até ao bio filme para ser oxidada pelas bactérias. A vantagem de utilizar este reator é o facto de a taxa de lamas produzidas ser menor, tendo assim facilidade de utilização em tratamentos de pequena escala e capacidade de suportar choques de carga, isto é, receber uma água residual com maior carga poluente.

Os reatores de biomassa suspensa são normalmente operados em condições aeróbias, podendo existir casos em que são preferidas condições anaeróbias (p.e. elevadas cargas orgânicas).

Após converter a matéria orgânica em flocos decantáveis, é feita a decantação da mesma para remover a matéria da água residual. Existem quatro tipos de processos de sedimentação que podem ocorrer num decantador secundário: tipo I ou sedimentação de partículas discretas; tipo II ou sedimentação de partículas floculentas; tipo III ou sedimentação zonal; e tipo IV ou sedimentação de compressão. Quando as partículas estão dispersas ou em suspensão numa baixa concentração de sólidos, então ocorrem as sedimentações dos tipos I ou II. As sedimentações dos tipos III e IV ocorrem apenas quando a concentração aumenta até um ponto em que as forças das partículas ou o contacto entre estas afecta o processo normal de sedimentação. Durante o processo de sedimentação, é comum estar a ocorrer ao mesmo tempo mais do que um tipo de sedimentação e é mesmo possível que estejam a ocorrer as quatro em simultâneo no mesmo tanque.

No tratamento secundário, é realizada a remoção de substrato biodegradável, sólidos suspensos e nutrientes prejudiciais tais como o fósforo e o nitrogénio (MetCalf & Eddy, 2003 e Braz, 2010).

Tratamento Terciário

No tratamento terciário é promovida uma afinação final do efluente que resultou do tratamento secundário. A desinfecção faz também parte desta fase de tratamento, assim como a remoção dos nutrientes e alguns micropoluentes.
A remoção e controlo de nutrientes no tratamento de água residuais é geralmente necessária por várias razões. A presença de nutrientes pode causar a eutrofização no meio receptor, que pode taxar os recursos de oxigénio dissolvido diminuindo a sua percentagem, a sua remoção é, hoje em dia, objecto de atenção. Assim, os nutrientes de principal preocupação são o azoto e o fósforo, que podem ser reduzidos por processos biológicos, químicos ou através da combinação dos dois.
Tradicionalmente, nos casos em que o fósforo se tem apresentado como um problema, a sua remoção tem sido efectuada por precipitação química, levada a cabo pela adição de coagulantes, coadjuvados ou não com um floculante, em determinado ponto de tratamento. Os normais coagulantes são a cal, o sulfato de alumínio e o sulfato férrico e a sua incorporação pode ser feita em três pontos distintos: antes da sedimentação primária, à entrada do tanque de arejamento, antes da sedimentação secundária e depois da sedimentação secundária (Correia, 1997).

2.1.2. Órgãos de tratamento – fase liquida

2.1.2.1 Gradagem

As câmaras de grades caracterizam-se pelo espaçamento entre barras e pelo seu sistema de limpeza. Relativamente ao espaçamento, as grades são classificadas em finas (10 – 15 mm), médias (15 - 30 mm) e grossas (30 – 100 mm). Quanto ao modo de limpeza, podem ser manuais ou mecânicas.
A instalação de um tipo ou outro de grades tem em conta, a dimensão da estação, o tipo de assistência e a sua localização relativamente aos outros órgãos.
Assim, as grades grossas encontram-se, essencialmente a montante das grades finas ou médias e são geralmente de limpeza manual. Estas grades que podem aparecer isoladas em estações cuja assistência seja reduzida, destinam-se, vulgarmente, a proteger as grades de menor espaçamento entre barras, instaladas a jusante.

As grades finas e médias poderão ter, por sua vez, limpeza manual ou mecânica. Dada a quantidade de resíduos retidos pelas grades finas, só é recomendável a sua instalação associada com limpeza mecânica.

Quanto a critérios de instalação os sistemas de limpeza, manual ou mecânicas, refere-se que tem sido pratica instalar este último, só em estações de grande ou média dimensão (acima de 5000 habitantes). Todavia, assiste-se atualmente à instalação deste sistema, mesmo em estações de pequena dimensão, dado ser uma operação pouco agradável e necessitar de ser realizada várias vezes ao dia.

A instalação das grades destina-se a remover sólidos grosseiros do afluente à estação, impedindo a sua passagem para os órgãos a jusante. Deste modo, considera-se que o seu funcionamento é, regular ou irregular, em função dos sólidos, retidos nas barras e dos encontrados nos circuitos e órgãos a jusante.

O registo das quantidades removidas permitirá controlar a eficiência da grade (Levy *et al.*).

A quantidade de detritos retidos numa grade é em função não só do caudal afluente, mas também do tipo de grade, da sua inclinação e também da natureza das águas residuais. Pois é muito difícil prever-se com exatidão as quantidades de detritos retidos por uma grade. No entanto é evidente que para um determinado tipo de esgoto afluente, serão retidos tantos mais detritos quanto menos forem os espaçamentos para a passagem do esgoto, ou seja, quanto menos o espaçamento entre barras da grade. É tanto maior, quanto maior for a inclinação da grade com a soleira do canal e quanto maior for a sua largura.

No entanto, o espaçamento entre barros não deve ser muito reduzido devido à probabilidade de colmatação de resíduos retidos. Por outro lado a excessiva inclinação obrigaria a que a grade tivesse um compartimento maior, tornando-se mais caro e mais difícil de limpar (Programa Nacional de Tratamento de Águas Residuais, Vol.1).

Os problemas operativos nestes órgãos surgem ao nível do equipamento, das condições sanitárias e das condições de escoamento.

Em grades de limpeza mecânica, os problemas mais frequentes estão relacionados com a paragem do sistema de limpeza, quer por avaria mecânica, quer por deficiência nos circuitos eléctricos.

Condições sanitárias inadequadas traduzem-se pela proliferação de moscas e outros insectos, odores desagradáveis, e acumulação à vista dos gradados.

A acumulação de areias ou a má limpeza das barras provocam a colmatagem das grades e, em consequência, o seu afogamento com o eventual inundamento da área (Levy *et al.*).

2.1.2.2 Desarenador

Encontram-se essencialmente dois tipo de desarenadores, um denominado de estático e outro de mecânico.

No desarenador estático não existe qualquer equipamento para além de comportas e adufas. É geralmente do tipo canal, de secção transversal, parabólica, rectangular ou trapezoidal. A velocidade de escoamento é controlada a jusante, através de um descarregador. A sedimentação das areias é provocada por uma velocidade de escoamento baixa, na ordem dos 0,30 m/s.

Relativamente aos desarenadores mecânicos encontram-se muitas variedades, quer quanto à sua geometria, quer à forma como extraem as areias e se assegura que apenas estas se acumulem no fundo.

Para assegurar que apenas as areias sedimentem, muitas vezes é instalado um sistema de insuflação de ar a partir do fundo, que mantém todos os outros sólidos à superfície. Este sistema tanto pode ser instalado num desarenador em que as areias são extraídas por um grupo de electrobombas, como num em que as areias sejam extraídas por "air lift".

A apreciação do funcionamento de um desarenador deve basear-se em dois dos problemas que ocorrem com maior frequência. Um é o facto de não serem retiradas as areias, verificando-se o seu arrastamento para as unidades a jusante. O outro, que é o oposto, consiste na retenção das areias em conjunto com matérias orgânicas.

Para a avaliação do funcionamento do desarenador deve-se analisar a concentração em sólidos suspensos totais (SST) e voláteis (SSV), a montante e a jusante. A concentração em SSV deve manter-se praticamente constante e a concentração de SST deve cair para valores próximos da concentração de SSV.

Ao nível dos equipamentos, os problemas operativos mais correntes dizem respeito ao sistema mecânico de arrastamento de areias e ao sistema de insuflação de ar.

Por mau funcionamento dos equipamentos ou de condições incorretas de escoamento, resulta a acumulação de areias nos órgãos a jusante, cheiros desagradáveis no desarenador, entre outros (Levy *et al*).

2.1.2.3 Decantador primário

Os decantadores primários ou sedimentadores primários distinguem-se entre si, pela sua geometria, pela forma como encaminham as lamas sedimentadas para o poço de extração e pela forma como se efetuam as descargas das lamas.

Quanto à geometria e forma de encaminhamento das lamas sedimentadas para o poço de extração, existem essencialmente dois tipos de decantadores. O primeiro tipo, denominado de estático, é caracterizado pela grande inclinação das paredes de fundo (45º a 60º). As lamas sedimentadas são encaminhadas para o poço de lamas pela inclinação das paredes, não existindo qualquer equipamento mecânico de raspagem de fundo. A secção superficial é vulgarmente circular ou quadrangular.

O segundo tipo, distingue-se pela fraca inclinação das paredes de fundo (6º a 8º) e por ser dotado de um raspador de fundo que arrasta as lamas para um poço, a partir do qual se faz a sua descarga. Neste tipo de decantadores instala-se também, um raspador de superfície para a remoção de escumas e de lamas que tenham ascendido. Por razões económicas e por facilidade de manutenção, estes decantadores têm quase sempre secção superficial circular. Em casos específicos, por exemplo quando a área disponível é reduzida, encontram-se decantadores com secção superficial rectangular.

A decantação primária tem como objectivo reduzir a carga poluente afluente aos órgãos a jusante, através da sedimentação dos sólidos, suspensos e sedimentáveis.

Com esta sedimentação consegue-se, em condições de funcionamento normal, um a eficiência média de redução, em sólidos sedimentáveis de 90%, em sólidos suspensos totais de 60% e em carência bioquímica de oxigénio de 35%.

A apreciação do funcionamento destes órgãos baseia-se em aspectos gerais e no controlo analítico.

Os primeiros constam de uma observação geral, na qual aspectos como o odor, a existências de lamas à superfície, assim como gorduras e escumas, o arrastamento de lamas conjuntamente com o efluente, a limpeza geral do decantador e a manutenção dos equipamentos, permitem uma ideia global da eficiência deste órgão.

O controlo analítico confirma os resultados da observação geral. Com análises sistemáticas, devem ser determinadas no afluente e no efluente as concentrações em sólidos suspensos totais (SST), em carência bioquímica de oxigénio ao fim de 5 dias (CBO_5) (ou carência química de oxigénio - CQO).

Um efluente turvo com arrastamento de partículas sólidas, a subida das lamas à superfície, baixa concentração de lamas, odores desagradáveis, são alguns dos problemas operativos no decantador primário.

Estas anomalias são motivadas, regra geral, pelo mau funcionamento dos equipamentos, ou por operação incorreta (Levy *et al*. e Programa de Tratamento de Águas Residuais Urbanas, Vol.1).

2.1.2.4 Tanque de arejamento

Um dos processos mais utilizados no tratamento secundário de águas residuais quer domésticas quer industriais, para remoção de substrato carbonada, é o processo de lamas ativadas.
Este processo foi desenvolvido em Manchester, Inglaterra, por Adern e Lockett em 1914 e deve o seu nome ao facto dos microrganismos em forma de flocos formarem uma lama biológica ativa, que se mantém em suspensão no efluente arejado que se pretende tratar.
Assim, o principio deste processo consiste no fornecimento constante de substrato e oxigénio a uma comunidade de microrganismos que, através do seu metabolismo, transforma esse substrato em nova biomassa microbiana, CO_2, H_2O e minerais. As lamas ativadas dizem respeito à biomassa microbiana dentro do reator constituída principalmente por bactérias. A lama consiste numa suspensão de flocos destes organismos.
No tanque de arejamento desenvolve-se a fase de tratamento biológico aeróbio da água residual que consiste no processo de assimilação de matéria orgânica, sólidos dissolvidos e sólidos em suspensão, levado a efeito pelos microrganismos, processo este que resulta da "transferência" dessa matéria orgânica da água residual para o interior das células dos microrganismos.
Na medida em que a matéria orgânica constitui o alimento dos microrganismos, estes, ao assimilarem a matéria orgânica estão a alimentar-se (Programa de Nacional de Tratamento de Águas Residuais Urbanas, Vol.2).
Este método é reconhecido por duas fases distintas, uma primeira fase em que a água residual é adicionada ao tanque de arejamento que contém a população microbiana, onde é também adicionado ar por agitação ou por difusores que utilizam ar comprimido, isto é, as águas residuais afluentes, normalmente provenientes de decantação primária, são misturados com microrganismos, principalmente bactérias, conhecidos como lamas ativadas. O tratamento é realizado num tanque, que tem normalmente 2 a 4 metros de profundidade, ao qual é fornecido oxigénio para viabilizar o metabolismo aeróbio dos microrganismos. Tal como os seres humanos e os animais, os microrganismos aeróbios necessitam de oxigénio para respirar e crescer, usando, como fonte de alimento, a matéria carbonada e outros nutrientes presentes na água residual. O ar pode ser introduzido na massa líquida do tanque por meio de um compressor ligado a um sistema de tubagens. Geralmente, os difusores de cerâmica ou plásticos são colocados na base do tanque para

promover uma distribuição uniforme do ar e assegurar uma mistura eficiente da água residual e das lamas. Alternativamente, o ar pode ser introduzido no conteúdo do tanque usando um sistema mecânico para agitar as lamas ativadas. Em algumas ETAR é usado oxigénio puro em vez de ar.

A segunda fase consiste em dirigir o fluxo para um decantador secundário, que é onde a suspensão microbiana é sedimentada, decantada e espessada, sendo desta forma separada do efluente tratado.

No tanque de lamas ativadas a ação de mistura contínua assim como o arejamento e mistura das mesmas são importantes, pois assegura o alimento adequado e o envolvimento da biomassa microbiana, além da transferência de oxigénio.

De seguida, as lamas são separadas do efluente tratado, e algumas são recirculadas para o início do processo de tratamento de lamas ativadas de forma a manter uma densidade microbiana adequada, de forma a continuar a biodegradação da matéria orgânica afluente e atingir-se a máxima eliminação microbiana possível da água residual.

A recirculação permite assim uma contínua degradação de substrato pelos microrganismos, garantindo a presença de uma população microbiana adequada para oxidar completamente a água residual durante o período de retenção dentro do tanque de arejamento. A biomassa que não é recirculada é removida através da purga como “excesso de lama”, de modo a manter uma idade de lama desejada. O “excesso de lamas” no tanque representa o crescimento da biomassa e deve ser removido para manter uma concentração de biomassa estável no tanque de arejamento.

Há uma série de variações na primeira parte do processo onde é realizado o arejamento. Existem diferentes métodos de arejamento e diversos dispositivos de mistura das águas residuais com as lamas para permitir diferentes graus de tratamento.

Qualquer alteração na operação do reator leva à alteração da natureza dos flocos, que podem afectar adversamente todo o processo de variadas formas, mas verifica-se mais frequentemente uma má sedimentação resultando em efluentes turvos e numa perda de biomassa (Braz, 2010 e Myeres *et al*., 1998).

Em sistemas contínuos, este processo é mais eficiente do que se for operado em estado estacionário, sendo importante compreender que certas variações do processo afectam o desempenho do sistema, devendo-se procurar evitar uma diminuição desta variabilidade, que se repercutirá nas características do efluente.

Atualmente existem diversas variantes do processo original, desenvolvidas com o objectivo principal de se obter um efluente com as características desejadas, e a baixo custo de operação, mas os componentes principais são os mesmos, ou seja, os microrganismos, assim neste tipo de tratamento é necessário compreender a importância da comunidade de microrganismos do sistema,

sendo as bactérias os mais importantes, uma vez que são as responsáveis pela decomposição do substrato do afluente.

A comunidade microbiana que se desenvolve no tanque de arejamento é muito importante nos processos de purificação de água e a estrutura desta comunidade é um valioso instrumento de diagnóstico e avaliação do desempenho da estação de tratamento.

Assim, nas lamas ativadas, a componente biótica é representada pelos "decompositores" que retiram a energia para o seu desenvolvimento, da substrato que existem em suspensão no afluente e pelos seus "consumidores" que são todos os que predam as bactérias dispersas e outros organismos.

O processo de lamas ativadas baseia-se na formação de agregados bacterianos sobre os quais outros microrganismos se podem desenvolver. Uma população de organismos com a capacidade de se juntar e de se manter estreitamento associado aos flocos tem vantagens sobre os outros que nadam em fracção líquida e que podem ser levados do sistema através do efluente.

Os protozoários que são considerados como "consumidores" podem ser usados para monitorizar a operação de processo de tratamento de águas residuais. Foi também demonstrado que os protozoários ciliados melhoram a qualidade do efluente através da predação da maior parte das bactérias dispersas que entram continuamente com o afluente. Assim na ausência de protozoários ciliados, o efluente do sistema é caracterizado por uma carência bioquímica de oxigénio (CBO) elevada e por alta turbidez (Martins *et al.*, 2002).

Apesar de elevada complexidade do sistema de lamas ativadas e dos muitos parâmetros em jogo, é possível estabelecer um pequeno conjunto de critérios de simples determinação, que traduzem o seu estado geral, tais como: a cor, a existência ou não de espuma, o odor, o modo de sedimentação e o volume ocupado pela lamas num cone Imhoff de 1 litro.

Num reator a funcionar adequadamente, o líquido tem uma cor próxima da do chocolate, não existem espuma em quantidade significativa e não há odores desagradáveis. Numa amostra de 1 litro de mistura, deve verificar-se, num cone de Imhoff, a sedimentação das lamas, ao fim de 30 minutos. Estas deverão acumular-se no fundo, com aspecto esponjoso, mantendo um sobrenadante claro, sem partículas de lamas.

Outros critérios como a concentração de SST, SSV, O_2 e nutrientes, são importantes pelo que deverão fazer parte da rotina de operação.

Os problemas operativos num tanque de arejamento são muito diversos, em virtude do seu funcionamento não depender só do seu equipamento, ou da forma como está a ser operado, mas, também, dos órgãos a montante e a jusante.

Por exemplo, afluentes demasiado carregados provocarão um abaixamento da concentração de oxigénio dissolvido, enquanto que um afluente muito diluído poderá provocar a diminuição da biomassa dentro do tanque.

Por sua vez, uma má decantação secundária com fraca formação de lamas não permitirá regular a concentração de sólidos no tanque de arejamento (Myers *et al.*, 1998).

2.1.2.5 Canais de oxidação

Um canal de oxidação é um sistema de lamas ativadas em arejamento prolongado que se caracteriza pelo formato oval e pela reduzida profundidade do reator, cerca de 1,5 m.

O arejamento é realizado por meio de um motor de eixo horizontal, que tem também função de transmitir movimento ao líquido, de forma que este circule no canal, a uma velocidade compreendida entre 0,3 e 0,6 m/s.

Face ao número de canais de oxidação e da existência ou não, de decantação secundaria, são possíveis diversos esquemas alternativos de tratamento, tais como:

- Um só canal de oxidação, com funcionamento descontínuo. A alimentação é feita com o rotor em funcionamento e as descargas, com o rotor parado, após breve período de tempo para sedimentação das lamas;
- Dois canais de oxidação. O funcionamento é alternado, quando um canal estiver a ser alimentado, o outro estará com o rotor parado, a descarregar;
- Um canal de oxidação em associação com um decantador e uma recirculação de lamas. O funcionamento do sistema é contínuo.

Quanto à forma de arejamento, é possível a substituição das escovas por turbinas, alternativa denominada de carrossel.

Relativamente à carga mássica, idade e produção de lamas, concentrações em sólidos suspensos e necessidade de oxigénio, devem seguir-se os parâmetros indicados para o arejamento prolongado.

Basicamente são os mesmos de um tanque de arejamento a funcionar no processo de arejamento prolongado, mas que o fluxo é do tipo “pistão”, em detrimento da mistura completa” típico dos tanques de arejamento.

As anomalias mais frequentes têm a ver com uma exploração incorreta. Curtos tempos de arejamento, extrações exageradas de lamas, admissão de esgotos tóxicos, são algumas das causas (Levy *et al*.).

2.1.2.6 Leitos percoladores

Os leitos percoladores são um dos mecanismos de biomassa fixa, que utilizam bio filmes sobre um suporte. Estes também são conhecidos como filtros biológicos, leitos de bactérias ou filtros percoladores. O nome “filtro biológico” não é muito correcto usar, pois na realidade ele não filtra, promove o contacto da água residual com o filme de microrganismos que cresce à superfície de pequenas pedras, ou de material plástico contido no leito de várias profundidades.

Os leitos percoladores podem ter diferentes configurações, rectangular ou circular. A distribuição da água residual é feita no topo da superfície recorrendo a um distribuidor rotativo, que no caso dos leitos circulares, é impulsionado pelo efeito do jacto que esguicha sobre o leito. Os filtros rectangulares usam motores ou turbinas.

As camadas exteriores do filme biológico separam-se continuamente do meio de enchimento formando uma lama húmica que tem de ser separada do efluente num decantador. Após separação do efluente, a lama e normalmente bombeada para montante dos decantadores primários, onde decantam conjuntamente com as lamas primárias provenientes da água residual afluente (Myers *et al*., 1998).

No leito percolador desenvolve-se a fase de tratamento biológico aeróbio da água residual que consiste na remoção de matéria orgânica contida na água residual decantada sob a forma de sólidos dissolvidos ou de sólidos em suspensão de pequenas dimensões. A água residual que sai do leito percolador denomina-se de água residual percolada.

A água residual distribuída sobre o leito percolador escoa-se através dos espaços vazios do meio de percolação. Por esses mesmos espaços vazios circula ar, pois tratando-se de um processo aeróbio, os microrganismos necessitam de ar para a sua respiração.

A água residual, ao atravessar o meio de percolação, dá origem à formação sobre essa superfície de uma película com aspecto gelatinoso onde se desenvolvem os microrganismos que são responsáveis pela assimilação da matéria orgânica contida na água residual. Esta película que se encontra fixa sobre a superfície do material de percolação denomina-se de película biológica.

À medida que a água residual vai atravessando o meio percolador, os microrganismos que estão na película vão-se alimentando da matéria orgânica, e por consequência, vão-se desenvolvendo e reproduzindo, dando origem ao aumento da espessura da película biológica.

Quando a sua espessura for tal que não permita que os microrganismos da sua camada interior, localizados junto à superfície do material de fixação, terem acesso ao alimento e ao oxigénio, esses

microrganismos morrem. Quando tal acontece, a película biológica desprende-se do meio e sai do leito percolador em suspensão na água residual que percolada.

Dado que a película biológica não se desenvolve da mesma forma em todos os pontos do material de percolação, o desprendimento dessa película não ocorre simultaneamente em todos esses pontos. Nos pontos em que ocorre desprendimento da película biológica, recomeça a formação de nova camada biológica (Programa Nacional de Tratamento de Águas Residuais Urbanas, Vol.2).

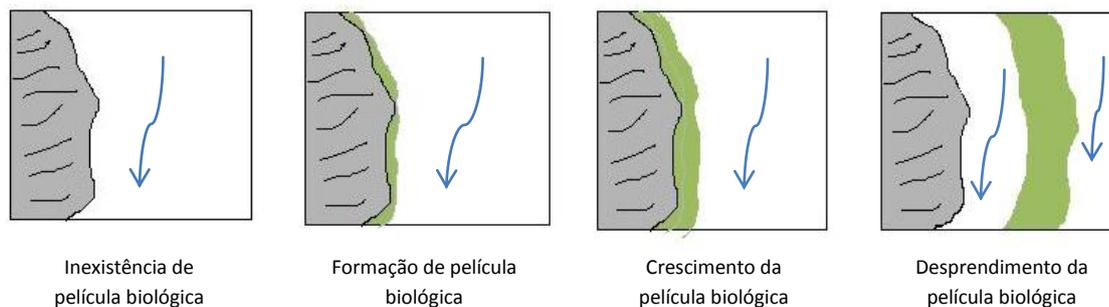



Figura 2.1.1 - Fases de desenvolvimento da película biológica (adaptado de Programa Nacional de Tratamento de Águas Residuais Urbanas, Vol.2)

Os leitos percoladores podem ser classificados à semelhança dos sistemas de lamas ativadas, em termos de carga orgânica a que estão sujeitos, avaliada em CBO_5 por m^3 de filtro e por dia.

Existem assim dois tipos de leitos percoladores:

- Leitos percoladores de alta carga: caracterizado por ter uma carga orgânica entre 0,5 e 5 kg CBO_5 m^3/d, uma carga hidráulica entre 8 e 40 kg CBO_5 m^3/d.

  Neste sistema o valor mais comum para a carga orgânica é de 1 kg CBO_5 m^3/d. O meio de enchimento é normalmente constituído por pedra.

  Quando a carga orgânica é superior a 1,5, considera-se que se trata de um sistema de "muita alta carga". Neste caso, o material de enchimento é geralmente artificial.

  Em ambos os sistemas, o caudal de recirculação é elevado para assegurar uma carga hidráulica significativa e diluir a carga orgânica, imediatamente a montante do percolador.

- Leitos percoladores de baixa carga: caracterizado por ter uma carga orgânica inferior a 0,5 kg CBO_5 m^3/d, uma carga hidráulica entre 1 e 4 kg CBO_5 m^3/d.

  Dadas as reduzidas cargas, a recirculação é nula, ou pouco significativa.

  Nestes sistemas, a alimentação do leito percolador é feita, geralmente, por meio de um sifão doseador, para garantir, a rotação do torniquete hidráulico (caso exista) e um valor mínimo de carga hidráulica superficial.

A distribuição do afluente sobre o leito percolador é realizada na maior parte dos casos, por meio de um distribuidor rotativo, ou torniquete hidráulico. Este é constituído por um cilindro central, de

onde partem os braços distribuidores, providos de orifícios. Estes poderão ser, simplesmente, furos na tubagem do braço ou serem constituídos por injectores reguláveis ou deflectores.
Em pequenos leitos percoladores, a distribuição pode ser fixa, caso em que é constituída por duas ou mais condutas sobre o meio de enchimento, dotadas de orifícios e intervalos regulares.
A recirculação do líquido pode ser independente, ou em conjunto com as lamas secundárias.
Alguns dos problemas característicos da exploração destes órgãos são, um distribuidor paralisado, braços de alimentação entupidos, acumulação de água sobre o meio de enchimento, proliferação de insectos (Levy *et al*.).

2.1.2.7 Decantador secundário

O decantador secundário está associado ao reator biológico, por forma a promover a decantação dos flocos biológicos formados neste e, em suspensão no líquido.
No decantador secundário, procede-se à clarificação da água residual arejada, em consequência da sedimentação dos flocos biológicos.
A sedimentação dos flocos, deve-se ao facto de estes terem défice de peso para "decantarem" no decantador, onde se acumulam. Assim o líquido sai ao nível da superfície livre do líquido, libertado dos sólidos ou flocos biológicos. O líquido resultante consiste em água residual clarificada, denominada por água residual tratada, e é seguidamente lançada ao meio receptor (Programa Nacional de Tratamento de Águas Residuais Urbanas, Vol. 2).
Embora semelhantes na sua geometria e no seu equipamento, os decantadores secundários em sistema de biomassa fixa e em sistema de biomassa suspensa apresentam problemas operativos distintos.

2.2 Parâmetros de controlo de ETAR

Um sistema aquático natural, como um rio ou lago "saudável", possui uma determinada, mas no entanto limitada, capacidade de autopurificação. Quando esta capacidade se destrói ou esgota, este torna-se, quase invariavelmente, poluído. Esta inerente capacidade de autopurificação é devida à existência, quer em suspensão quer fixos a qualquer elemento pertencente ao meio ambiente circundante, de quantidades relativamente pequenas de microrganismos que utilizam, como alimento, a matéria orgânica e/ou inorgânica que entra no curso de água. Estes microrganismos

formam um microssistema ecológico de bactérias, fungos e algas que, por sua vez, formam parte da cadeia alimentar de outros organismos como protozoários, rãs e peixes. A presença da dita fauna aquática num curso de água é uma indicação da sua salubridade.

Num processo natural de purificação biológica, são as substâncias ditas poluentes que permitem que os microrganismos se mantenham vivos, cresçam e se multipliquem. Deste modo, os poluentes, essencialmente os orgânicos, são eliminados por decomposição bioquímica, convertendo-se em compostos simples, como o dióxido de carbono ou metano, e em novas células microbianas. Se por alguma razão esta população microbiana for destruída, os poluentes tenderão a acumular-se e a atingir concentrações tão elevadas, que poderão eventualmente impossibilitar o restabelecimento da população microbiana, tornando, assim, o curso de água permanentemente contaminado (Correia, 1997).

A proteção dos meios hídricos, relativamente aos efeitos das descargas de águas residuais urbanas, constitui o objectivo principal da Diretiva Europeia relativa ao Tratamento de Águas Residuais Urbanas, aprovada em 1991 (91/271/CEE). É nesta diretiva que são estabelecidas exigências relativas aos sistemas de drenagem, tratamento e descarga de águas residuais urbanas, assim como o tratamento de certos efluentes industriais com ligação à rede municipal (Myers *et al.*, 1998).

No Decreto-Lei n.º 236/98 são definidas normas, critérios e objectivos de qualidade com a finalidade de proteger o meio aquático e melhorar a qualidade das águas em função dos seus principais usos. O artigo 63.º do mesmo Decreto-Lei diz-nos que as disposições do presente capítulo destinam-se a reduzir ou eliminar a poluição causada pela descarga de águas residuais no meio aquático e no solo, não se aplicando às águas residuais urbanas abrangidas pelo Decreto-Lei n.º 152/97, de 19 de Junho. A aplicação das normas constantes neste último diploma não poderá, em caso algum, pôr em causa o cumprimento das normas de qualidade das águas que constam do Decreto-Lei n.º 236/98.A água residual doméstica é um líquido do qual mais de 99% é água contendo uma grande quantidade de:

Matéria Mineral, também denominada de matéria inorgânica ou matéria fixa, e é constituída pelo conjunto dos sólidos de natureza mineral ou inorgânica que se encontra em suspensão na água;

Matéria Orgânica, também denominada por matéria volátil, e que é constituída pelo conjunto dos sólidos de natureza orgânica que se encontram dissolvidos e em suspensão na água;

Microrganismos, têm uma grande importância, uma vez que são os principais responsáveis pela reciclagem de nutrientes

A matéria mineral, por não ser biologicamente degradada, não levanta grandes problemas de poluição nos meios receptores dessas águas residuais. O tipo de poluição causada pela matéria

mineral é provocado, apenas, pelos sólidos minerais em suspensão, tais como argilas, areias, etc.. Estes sólidos ao serem lançados nos meios receptores dispersam-se pelas superfícies das águas e ao se acumularem junto do ponto de lançamento da água residual originam aspectos desagradáveis que vulgarmente se observam.

O mesmo já não acontece com a matéria orgânica que, pelo facto de estar sujeita a fermentação, levanta graves problemas de poluição. A fermentação da matéria orgânica, quer dos sólidos dissolvidos quer dos sólidos em suspensão, provoca a diminuição ou mesmo o desaparecimento de oxigénio dissolvido nas águas dos meios receptores e, consequentemente, conduz ao aparecimento de maus cheiros. Este tipo de poluição provocada pela matéria orgânica da água residual entra em concorrência com as condições naturais de vida, provocando a morte de peixes, plantas e outros animais, e pode, ocasionalmente, causar doenças às populações.

Os microrganismos patogénicos contidos na água residual são responsáveis pelos processos de fermentação de matéria orgânica. Estes processos de fermentação conduzem à transformação de matéria orgânica em matéria mineral, que é estável, não dando origem à fermentação (Programa Nacional de Tratamento de Águas Residuais (Vol.1)).

O esgoto doméstico, tal como o esgoto urbano, apresentam-se como uma mistura de diversas substâncias. São estas substâncias que permitem caracterizá-lo, quer quando afluente à ETAR quer após o seu tratamento nesta. Assim, observando as variações na sua composição à entrada e saída poderemos tirar conclusões sobre o funcionamento da ETAR indispensáveis ao seu controle.

A vontade expressa pela Comissão Europeia e pelos países da Comunidade ao pretenderem emanar uma diretiva sobre o tratamento de efluentes urbanos nas diferentes regiões europeias, e a discussão que se gerou em torno do seu conteúdo, veio chamar mais uma vez a atenção para a necessidade de dar maior importância às ETAR e ao seu funcionamento (Almeida, 1991).

Assim os principais parâmetros de análise são:

- Carência bioquímica de oxigénio (CBO)
- Carência química de oxigénio (CQO)
- Oxigénio dissolvido (OD)
- Percentagem de sólidos suspensos totais e voláteis (SST e SSV)

Segundo a diretiva 91/271/CEE do Conselho, de 21 de Maio de 1991, relativa ao tratamento de águas residuais urbanas, artigo 11.º, os estados-membros devem garantir que a descarga de águas residuais industriais, nos sistemas colectores e nas estações de tratamento de águas residuais urbanas, seja submetida a uma regulamentação prévia e/ou a autorizações específicas das autoridades competentes ou dos organismos adequados. As regulamentações e/ou autorizações

específicas devem satisfazer as condições estabelecidas no anexo I, ponto C. Tais condições devem ser definidas e alteradas nos termos do procedimento previsto no artigo 18.º.

Assim, o anexo I, ponto C, indica que as águas residuais industriais que entram nos sistemas colectores e nas estações de tratamento de águas residuais urbanas serão sujeitas ao pré-tratamento que for necessário para:

- Proteger a saúde do pessoal que trabalha nos sistemas colectores e nas estações de tratamento;
- Garantir que os sistemas colectores, as estações de tratamento de águas residuais e o equipamento conexo não sejam danificados;
- Garantir que o funcionamento das estações de tratamento das águas residuais e o tratamento das lamas não sejam entravados;
- Garantir que as descargas das estações de tratamento não deteriorem o ambiente ou não impeçam as águas receptoras de estar de acordo com o disposto noutras diretivas comunitárias;
- Garantir que as lamas possam ser eliminadas em segurança e de um modo ecologicamente aceitável.

Define-se a eficiência de uma ETAR como sendo o cociente entre a média da carga efluente e a carga afluente. Para a sua determinação dever-se-ão considerar amostras compostas, correspondentes às 24 horas.

Os pontos de amostragem devem ser definidos de modo a caracterizar os efluentes e as lamas nas diferentes fases de tratamento.

Os parâmetros a analisar em cada ponto de amostragem devem ser cuidadosamente definidos e plenamente justificáveis através dos objectivos de cada fase de tratamento, tendo em atenção que a qualidade do efluente final deve ser igual ou superior ao meio receptor.

Os principais pontos de amostragem numa ETAR são à sua entrada, onde é feita a colheira do afluente bruto e à sua saída, onde se recolhe o efluente que vai ser rejeitado no meio receptor. As amostras obtidas nestes dois pontos devem ser sempre amostras compostas de 24h. O ponto exato de recolha pode variar ligeiramente de sistema para sistema.

A caracterização de um afluente bruto e de um efluente tratado deve ser efectuado através de pH, temperatura, carência bioquímica de oxigénio (CBO_5), carência química de oxigénio (CQO), sólidos sedimentáveis (SD), sólidos suspensos totais (SST), sólidos suspensos voláteis (SSV), azoto total (NT), azoto amoniacal ($N\text{-}NH_4$), nitratos ($N\text{-}NO_3$), fósforo total (PT) e óleos e gorduras (Sampaio,2000).

Nas ETAR que possuam sistema de desinfecção deve, ainda incluir-se a determinação de coliformes totais e coliformes fecais.

Relativamente às lamas, estas deverão ser apreciadas em termos do seu tempo de secagem, e grau de estabilização. Caso sejam utilizadas na agricultura, uma análise mais completa exigirá a determinação das concentrações de nutrientes, azoto e fósforo.

A determinação destes parâmetros em conjunto com o conhecimento das condições de funcionamento, cargas hidráulicas, cargas de sólidos, tempo de retenção e velocidades de escoamento, permitirá construir curvas de eficiência para cada unidade, a partir das quais será possível prever a qualidade do efluente, face às características do afluente (Levy *et al.*e Sampaio, 2000).

Um dos problemas mais comuns em ETAR são os odores e os gases. Estes têm origem na degradação anaeróbia do substrato. A ocorrência de condições sépticas propícias à formação de odores pode ocorrer durante o transporte dos afluentes e, ou na ETAR.

Algumas das causas que originam este problema é o aumento da temperatura, a presença de cargas orgânicas elevadas e de compostos químicos reduzidos. Estes conduzem a uma diminuição do oxigénio dissolvido (OD) contribuindo assim para a criação de condições anaeróbias.

Os principais problemas associados à presença de odores dizem respeito a efeitos de saúde dos trabalhadores das ETAR ou das pessoas que se deslocam às mesmas, efeitos na saúde das populações vizinhas e nos ecossistemas.

As consequências na saúde dependem das concentrações de exposição e do tempo a que se está exposto.

O amoníaco é um gás incolor com odor acre, que pode ser detectado no ar a partir de uma concentração de 50 ppm (parte por milhão). Quando em concentrações superiores e, ou tempos de exposição elevados, verifica-se que o corpo humano desenvolve algumas reações, nomeadamente irritação da pele, olhos, nariz, garganta e pulmões.

O sulfureto de hidrogénio é igualmente um gás, sendo a inalação a via de exposição mais comum. Pode ter vários efeitos para a saúde humana dependendo das concentrações. Este gás afecta todos os órgãos, particularmente o sistema nervoso, dependendo a gravidade da situação de acordo com a concentração e o período de exposição, por exemplo, a exposição a baixas concentrações podem provocar irritação nos olhos, por outro lado a elevadas concentrações causam morte súbdita.

O mercaptano de metilo é de igual modo um gás incolor, inflamável. Com um odor característico de couves em decomposição. A ocorrência no ar resulta da sua libertação durante a degradação de

substrato. Devido ao seu odor desagradável e ao facto de ser detectado a baixas concentrações, este é utilizado para adicionar odor a alguns gases inodoros perigosos (Antunes *et al*., 2006).

2.3 Metodologias de Avaliação de Desempenho

Embora, a nível mundial, alguns países disponham já de sistemas de avaliação do desempenho de serviços de abastecimento de água e de águas residuais bem definidos e regulados, esta prática está longe de ser global. Foi neste contexto que a *International Water Association* (IWA) entendeu promover o desenvolvimento de sistemas de indicadores de desempenho (ID) para os serviços de abastecimento de água e de águas residuais. Em Julho de 2000, uma *Task Force* do Grupo Especializado de Operação e Manutenção produziu o Manual de Melhores Práticas da IWA, *"Performance Indicators for Water Supply Services"*

À publicação do documento original pela *IWA Publishing* seguiu-se uma iniciativa internacional de testes de campo, abrangendo 70 entidades gestoras de sistemas de abastecimento de água a nível mundial, tendo daí resultado um conjunto de sugestões e de ajustes à abordagem recomendada e ao sistema inicial de ID. As lições extraídas para os serviços de abastecimento de água foram tidas em consideração no desenvolvimento deste manual, que constitui um documento equivalente no âmbito dos Indicadores de Desempenho para Serviços de Águas Residuais.

Os ID foram definidos independentemente do nível de desenvolvimento socioeconómico ou do tipo de sistema institucional em que opera uma entidade gestora e permitem, de uma forma global, reconhecer e ter em consideração aspectos diversos, tais como características económicas, demográficas, culturais e climáticas. Os ID cobrem uma vasta gama de atividades que incluem os aspectos de gestão, de pessoal, financeiros, físicos, operacionais, ambientais e de qualidade do serviço (Matos *et. al*., 2004).

Os indicadores de maior interesse na elaboração deste documento são os indicadores operacionais (wOp). Estes destinam-se a avaliar o desempenho das entidades gestoras no que se refere às atividades de operação e manutenção, assim como monotorização da qualidade da água residual e das lamas.

Cada indicador tem uma função, sendo descritas na tabela 2.3.1, e a forma como estes são calculados.

Tabela 2.3.1- Indicadores operacionais (Matos et al. 2004)

Indicadores operacionais		
wOp44	Análises realizadas	/ano)
wOp45	Análises de CBO	/ano)
wOp46	Análises de CQO	/ano)
wOp47	Análises de SST	/ano)
wOp48	Análises de fósforo total	/ano)
wOp49	Análises de azoto total	/ano)
wOp50	Análises de Escherichia coli	/ano)
wOp51	Outras análises	/ano)
wOp52	Análises de lamas	/ano)
wOp53	Análises de descargas industriais	/ano)

Com base neste indicadores, a ERSAR consegue ter uma percepção do funcionamento das ETAR e se estas estão a cumprir com as normas.

Através do inquérito que é feito anualmente pelo INSAAR, as entidades gestoras têm um campo onde devem especificar os períodos de mau funcionamento (INSAAR, 2012).

Assim, a elaboração deste trabalho terá como finalidade ajudar as entidades gestoras na pesquisa rápida e eficaz de soluções para problemas operacionais, para conseguirem manter a qualidade do serviço que prestam.

3. Estudo de Problemas Operacionais em ETAR

3.1 Abordagem adoptada para identificação de problemas

Para saber o funcionamento da ETAR é necessário um programa de monitorização da estação. Os programas de monitorização e análise tem como principal objectivo fornecer valores que permitam avaliar os parâmetros de funcionamento dos diferentes órgãos de tratamento de uma ETAR, ajusta-los e controlar a qualidade do efluente final.

Para se conseguir identificar que um órgão de tratamento está com problemas operacionais, deverá ser recolhida uma amostra a montante e a jusante do órgão e avaliada a qualidade final do efluente. Se os parâmetros avaliados não estiverem dentro dos valores indicados, significa que o órgão em causa não está a funcionar em pleno (Matos *et. al*., 2004).

De forma a ter um ponto de partida na identificação de problemas operacionais existentes nas estações de tratamento, foi analisado um documento sobre Exploração de Estações de Tratamento de Águas residuais – modelação matemática (Levy, 1987). Esta documentação era por um programa computacional que focava a identificação de problemas operacionais de ETAR.

Foi elaborada também uma pesquisa bibliográfica em vários manuais sobre estações de tratamento, em busca de novas soluções para os problemas que já eram conhecidos, assim como novas soluções para a resolução dos mesmos.

A pesquisa não se demonstrou suficiente para a identificação da realidade dos problemas operacionais nas ETAR. Para combater esse obstáculo foi elaborado um inquérito a ser realizado juntos de gestores e operadores das estações para que pudessem dar o seu contributo com base na experiência que têm no controlo das mesmas. Este inquérito foi também disponibilizado a docentes e investigadores universitários, para que de acordo com a experiência na área pudessem contribuir com novas soluções já testadas.

A identificação dos problemas foi então realizada através da divisão da estação de tratamento por órgãos. Esta divisão permite uma organização de dados mais eficaz, pois quando nos deparamos com uma problema a primeira coisas que se questiona é "Qual a origem do problema?". Assim, pretende-se a construção de uma organização de dados que possa potenciar a definição de uma metodologia para a identificação de problemas operacionais em ETAR.

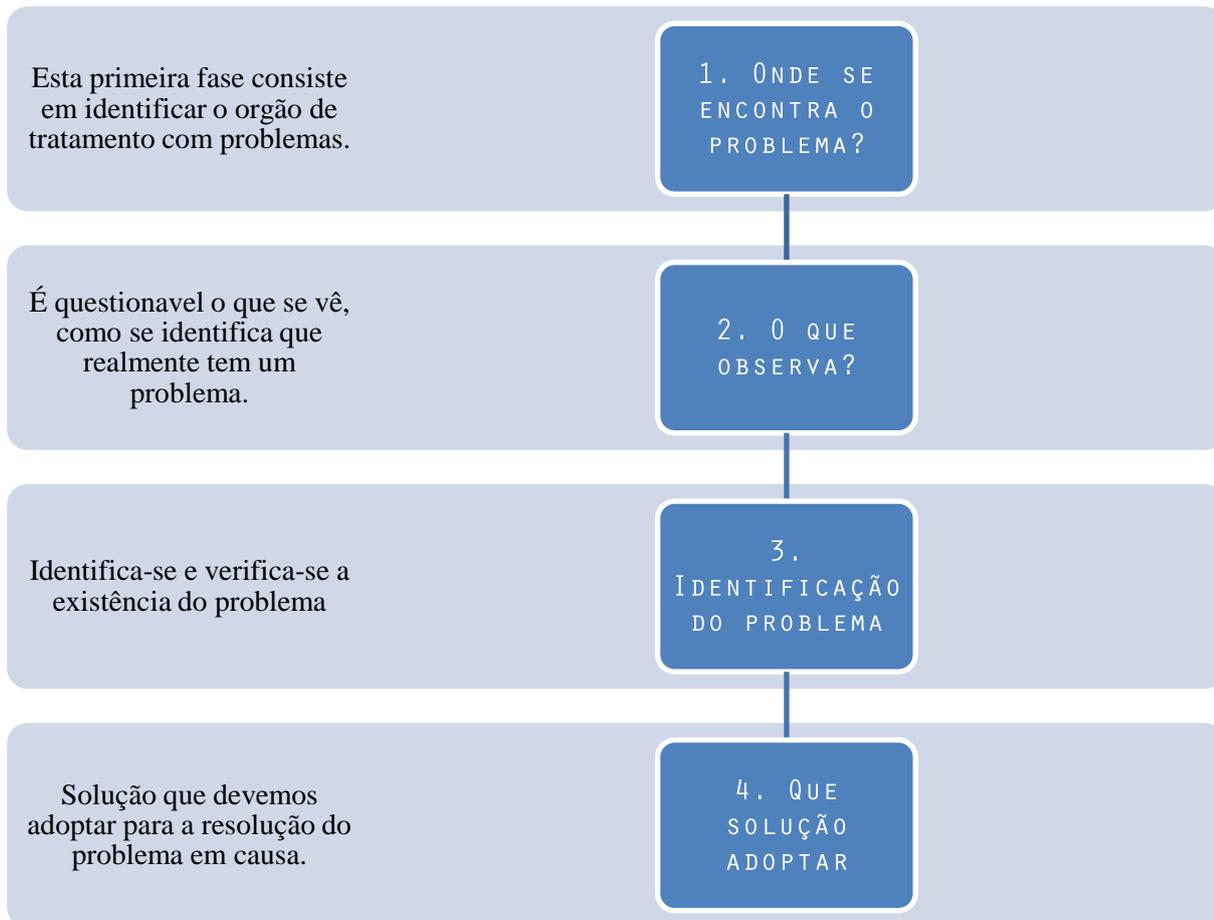



Figura 3.1.1- Esquema de organização de dados

A elaboração do inquérito tem como principal objectivo a percepção desta realidade, em diferentes estações de tratamento.

O inquérito acaba por seguir o mesmo raciocínio descrito anteriormente para a identificação de problemas. Em paralelo com o inquérito foi elaborado uma análise de risco dos problemas que foram identificados, com o intuito de maior eficácia e rapidez na pesquisa de soluções para o problema em causa, isto é, o problema que será apresentado em primeiro lugar pelo software, será aquele que apresentar uma escala de risco mais elevada. Deste modo, é feita uma priorização dos problemas em função dos riscos associados.

O inquérito realizado encontra-se em anexo.

3.2. Análise de risco

A análise de risco foi feita com o objectivo de avaliar os problemas de forma a dar prioridade aos que apresentarem um risco mais elevado.

A avaliação dos perigos usando uma metodologia de priorização de risco, assenta, genericamente, numa apreciação baseada em bom senso e no conhecimento aprofundado das características do sistema em apreciação, podendo definir-se para tal uma matriz de classificação de riscos.

Assim, para avaliar o risco associado a cada perigo, estabelece-se a probabilidade dele ocorrer, através de uma Escala de Probabilidade de Ocorrência, e a sua gravidade através de uma Escala de Severidade. Aplicando esta metodologia, a probabilidade de ocorrência foi definida através de um julgamento sobre a estimativa de frequência com que o acontecimento pode ocorrer; a severidade é classificada por três classes: letal (quando provoca grandes danos no tratamento de águas residuais), nociva (quando os danos causados são apenas substanciais) e de impacto negligenciável ou nulo. As pontuações a aplicar podem usar uma escala de pesos de 1 a 5, de acordo com a gravidade crescente do perigo (Vieira *et al*., 2005).

As escalas adoptadas apresentam-se nas tabelas 3.2.1 e 3.2.2.

Tabela 3.2.1- Exemplo de Escala de Severidade de Consequências (Vieira et al., 2005)

Escala de Severidade	Descrição
1	Insignificante (sem qualquer impacto detectável)
2	Pequena (influenciável para uma pequena parte da qualidade final)
3	Moderada (influenciável para uma parte significativa da qualidade final)
4	Elevada (significativo para uma pequena parte da qualidade final)
5	Muito Elevada (significativo para uma grande parte da qualidade final)

Tabela 3.2.2 - Exemplo de escala de Probabilidade de Ocorrência (Vieira et al., 2005)

Escala de Frequência	Descrição
1	Pode ocorrer em situações excepcionais (1 vez em 10 anos)
2	Pode ocorrer 1 vez por ano
3	Vai ocorrer provavelmente 1 vez por mês
4	Vai acontecer provavelmente 1 vez por semana
5	Estima-se que ocorra 1 vez por dia

A priorização de riscos é determinada após a classificação de cada perigo com base nas escalas anteriormente descritas, construindo-se uma Matriz de Classificação de Riscos. As pontuações desta matriz são obtidas através do cruzamento da escala de prioridades de ocorrência com a escala de severidade das consequências, como podemos constatar na tabela 3.1.3.

Tabela 3.2.3 - Exemplo de Matriz de Classificação de Riscos (adaptado de Vieira *et al*., 2005)

Frequência	Severidade das consequências				
	1	2	3	4	5
5	5	10	15	20	25
4	4	8	12	16	20
3	3	6	9	12	15
2	2	4	6	8	10
1	1	2	3	4	5

A avaliação desta matriz pode ainda conduzir ao estabelecimento de uma Matriz de Priorização Qualitativa de Riscos, conforme a tabela 3.1.4.

Tabela 3.2.4 - Exemplo de Matriz de Priorização Qualitativa de Riscos para cada problema (adaptado de Vieira *et al*., 2005)

Frequência	Severidade das consequências				
	1	2	3	4	5
5	Baixo	Moderado	Elevado	Extremo	Extremo
4	Baixo	Moderado	Elevado	Extremo	Extremo
3	Baixo	Moderado	Moderado	Elevado	Elevado
2	Baixo	Baixo	Moderado	Moderado	Moderado
1	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo

A aplicação desta metodologia deve ser sujeita a uma análise cuidada, de modo a poder distinguir-se situações que, embora apresentem pontuações semelhantes, representam situações de perigo distintas. Assim, eventos perigosos que ocorrem muito raramente com consequências muito elevadas devem ter maior prioridade para controlo que os outros que, embora ocorrem com maior frequência, apresentam impactos limitados (Vieira *et al.* 2005).

Mas, como na maior parte das situações reais é difícil quantificar a probabilidade e a severidade, utilizando-se vários métodos práticos, nomeadamente o anteriormente exposto, conhecido como método das matrizes.

Uma forma de melhoramento do método, é ter em conta o número de resposta que foi dado em cada órgão, dado que, o que apresentar o maio número de resposta será o órgão que é mais utilizado em

Portugal, como é o caso dos tanque de arejamento, leitos percoladores ou canais de oxidação, dado que apresentam a mesma função, mas feita de formas diferentes.

Deste modo, a nova matriz corresponderá a:

$$Risco\ (Matriz) = Frequência\ x\ Severidade\ x\ Número\ de\ respostas$$

Para o número de respostas expostas, vamos utilizar a seguinte classificação, que teve de ser adaptada dado o número de respostas que foram obtidas com a realização do inquérito (Ribeiro, 2002).

Tabela 3.2.5 - Matriz de classificação do número de respostas obtidas (adaptado de Ribeiro, 2002)

Número de respostas	Classificação
0	1
1 a 2	2
3 a 5	3
6 a 7	4
8 a 9	5

Os valores de risco para cada órgão podem variar entre 1 e 125, sendo que, quanto maior o resultado obtido maior será o risco.

Com esta análise não só é possível obter o risco relativamente a cada órgão, como vai ser possível ter uma aproximação dos órgãos mais utilizados nas ETAR em Portugal.

3.2.1 Pessoal Necessário e suas Atribuições

Para a realização do inquérito com o objectivo de recolher nova informação sobre o risco dos problemas operacionais nas ETAR e identificação de soluções, é necessário que um grupo de peritos com diferentes experiências possam identificar a gravidade dos problemas, para que depois seja possível a combinação dos resultados. A interação de pessoas, com diferentes experiências estimula a criatividade e gera novas ideias, devendo todos os participantes defender livremente os seus pontos de vistas. Portanto, a realização do inquérito exige necessariamente, um grupo de estudo de especialistas, com conhecimentos e experiências na sua área de atuação, avaliar as causas e os efeitos de possíveis desvios operacionais, de forma a chegar a um consenso e se proponha soluções para o problema.

No caso que estamos a analisar, a composição básica do grupo de estudo deve ser aproximadamente a seguinte:

- Docente e Investigadores Universitários: que através de estudos realizados, possível experiencia na área em questão, possam dar o seu contributo na análise de risco de problemas, assim como na busca de novas soluções já testadas para os problemas operacionais em questão;
- Gestores de ETAR: dado serem os responsáveis pela gestão das ETAR, pretende-se com o seu contributo ter a noção da realidade do que se passas nas estações, assim como, a forma como conseguem gerir certos problemas que possam surgir nas estações, de forma a minimizar o impacto que os problemas operacionais possam causas.
- Operadores de ETAR: sendo os responsáveis pela manutenção dos órgãos em campo, são também pessoas indicadas para a realização do inquérito pois o próprio gestor pode não ter a noção da total realidade dos problemas operacionais.

3.2.2 Natureza dos Resultados

Os principais resultados fornecidos pelo inquérito são os seguintes:

- Identificação dos problemas operacionais que possam conduzir a ocorrências perigosos que possam causar a paragem das estações de tratamento de Águas Residuais e consequentemente danos colaterais, levando demasiado tempo para a sua resolução

- Uma avaliação das causas destes problemas operacionais. Com esta análise conseguimos obter as causas mais ocorrentes de cada problema. Isto possibilita que se possa combater o problema mais comum em primeiro lugar, com objectivo de diminuir os danos colaterais que os problemas possam causar.

- Por fim, pretende-se a recolha de novas soluções. Podem ser recomendadas mudanças no projeto, estabelecimentos ou mudança nos procedimentos de operação, teste e manutenção.

3.3. Análise de Resultados

De forma a haver uma melhor interpretação dos resultados obtidos, será inicialmente efectuada uma primeira abordagem órgão a órgão, passando para uma análise global de forma a ter uma noção dos

riscos mais agravantes presentes numa estação de tratamento. No final de cada órgão será apresentada a tabela de problemas operacionais e as respectivas soluções.

Seguindo a mesma ordem descrita no ponto 2.1.2. vamos começar a abordar os problemas presentes na gradagem e assim consecutivamente.

Cada tabela representa a severidade, a frequência e o risco para cada problema. Dado que o que foi descrito no ponto 3.2. retracta a análise apenas para uma resposta, assim foi realizada a média de todos os resultados obtidos para cada problema de forma a ter um valor final para se efetuar a análise de risco.

Para análise de risco global, como é possível observar na tabela 3.3.1, determinou-se a média dos riscos obtidos em cada órgão, e teve-se em consideração o número de respostas, dado que as respostas obtidas em cada órgão não eram as mesmas, isto é, no caso da gradagem foram obtidas nove respostas, e no caso dos leitos percoladores apenas cinco pessoas responderam. Com este método foram identificados os órgãos mais utilizados nas ETAR em Portugal, dado que as respostas obtidas foram dadas com base na experiência dos questionados.

Tabela 3.3.1 - Análise de risco global

Risco dos órgãos de tratamento			
Órgão de tratamento	Σ Riscos / número de problema de cada órgão	Número de respostas	Risco
Gradagem	10	5	50
Desarenador / Desengordurador	6	5	30
Decantador Primário	6	5	30
Tanque de arejamento	6	5	30
Canais de Oxidação	5	4	20
Leito Percolador	8	3	24
Decantador Secundário - BF	8	4	32
Decantador Secundário - BS	8	5	40

3.3.1 Gradagem:

Como já foi referido anteriormente, a gradagem tem como principal função a proteção dos órgãos adjacentes, de material grosseiro, tais como pedras e outros detritos.

A gradagem sendo o órgão de tratamento que menos problemas apresenta, verificamos que é neste órgão que se existe o problema com maior risco, como podemos verificar na tabela 3.3.2, onde são também descritos os problemas referentes a este órgão, contudo, este problema não irá afectar diretamente o funcionamento operacional da ETAR, sendo um indicador de que algo se passa.

Tabela 3.3.2 - Análise de Risco na Gradagem

Gradagem			
Problema	Σ Severidade /n	Σ Frequência/n	Risco
A- Odores desagradáveis, presença de moscas e outros insectos	4	4	16
B- Excesso de areias na câmara de grades	3	3	9
C- Colmatação excessiva na gradagem.	3	2	6

Com a elaboração do inquérito foram também fornecidas soluções a serem adoptadas:

- Problema A:
  - Remoção de gorduras/gradados com maior frequência.
  - Aumentar a periodicidade da limpeza. Instalar equipamentos de compactação de gradados, que permitem a redução do volume e teor de humidade dos resíduos retirados.
  - Depende do local de implantação da ETAR. Se for numa zona urbana deve-se utilizar os sistemas de desodorização.

- Problema B:
  - Diminuir a afluência de águas pluviais (tarefa muito complicada pois exige transformações na rede). Instalar câmaras de retenção de areias a montante da gradagem.

- Problema C:
    - Diminuir a afluência de águas pluviais (tarefa muito complicada pois exige transformações na rede).
    - Colocação de sistema de limpeza automático (caso não exista).

Na tabela 3.3.3 são apresentados os problemas operacionais relativamente à gradagem, tendo em atenção as novas soluções encontradas e já com a devida ordem dando prioridade ao problema que apresenta maior risco.

Tabela 3.3.3- Problemas Operacionais e respectivas soluções para Gradagem

Problema	Causa	Verificação da causa	Solução
A- Odores desagradáveis, presença de moscas e outros insectos	A1- Limpeza insuficiente da zona de gradados do tamisador	A11- Verificar a acumulação de gradados na rampa de descarga do tamisador.	A111- Aumentar a periocidade de limpeza. Instalar equipamento de compactação de gradados, que permitem a redução do volume e teor de humidade do resíduo.
			A112- Remoção de gorduras e gradados com maior frequência
	A2- Acumulação de trapos e outos detritos	A21- Verificar a forma de remoção de detritos	A211- Aumentar a frequência da remoção. Depositar os detritos em contentores próprios
			A212- Depende do local de implantação da ETAR. Se for numa zona urbana deve-se utilizar os sistemas de desodorização.
B- Excesso de areias na câmara de grades	B1- Velocidade de escoamento muito baixa	B11- Medir velocidade	B111- Aumentar a velocidade. Lavar a câmara com maior frequência
			B112- Instalar câmaras de retenção de areias a montante da gradagem.

Problema	Causa	Verificação da causa	Solução
	B2- Irregularidades no fundo do canal	B21- Controlar a espessura de areia na câmara e verificar a existência de irregularidades no fundo.	B211- Eliminar as irregularidades ou corrigir a inclinação da soleira
C- Colmatação excessiva na gradagem	C1- Quantidade invulgar de detritos nos esgotos	C11- Verificar os espaçamentos entre barras e medir a velocidade de escoamento	C111- Colocação de sistema de limpeza automáticos.
			C112- Instalar câmaras de areias a montante da gradagem
	C2- Afluência indevida de águas pluviais	C21- Infiltrações nas redes	C211- Diminuição da afluência de águas pluviais (tarefa complicada pois exige transformação da rede)

3.3.2 Desarenador/Desengordurador:

Relativamente ao desarenador/desengordurador, podemos verificar que os problemas que este apresenta têm classificações muito idênticas, isto é, tanto a nível de severidade como a nível de frequência o seu valor não ultrapassa o 3, apresentando assim um risco final de 6 (moderado), como podemos verificar na tabela 3.3.4.

Tabela 3.3.4- Análise de Risco no Desarenador/Desengordurador

Desarenador / Desengordurador			
Problema	Σ Severidade /n	Σ Frequência/n	Risco
A- Odores e areias removidas de cor cinzenta	2	3	6
B- Reduzida turbulência no desarenador com insuflação de ar	3	2	6
C- Eficácia na remoção de areias fraca	2	2	4
D- Deficiência na remoção de areias decantadas	3	2	6
E- Presença de bolhas gasosas no sobrenadante	3	2	6
F- Anomalia na remoção de gorduras	3	2	6

As soluções recolhidas para este órgão foram:

- Problema A:
    - Instalação de equipamentos de lavagem das areias, de forma a remover a componente orgânica que deve ser reenviada para a cabeça da estação.
    - Aumentar o tempo de remoção.

- Problema B
    - Aumentar as ações de manutenção preventiva aos difusores (tarefa difícil pois implica a colocação dos tanques de desarenamento fora de serviço.
    - Projetar devidamente sistema de insuflação ar.

- Problema C
    - Adequar o volume disponível dos desarenadores ao caudal de efluente recebido.
    - Dimensionar corretamente o fornecimento ar.

- Problema D
    - Perante a afluência excessiva de areias, pode-se verificar a compactação das mesmas no fundo dos desarenadores. Para isso poder-se-á "fluidizar" a mesma através da injeção momentânea de ar no momento da bombagem. Outra solução poderá ser a construção de uma câmara de retenção de areias a montante da gradagem/desarenamento (solução mais complicada pois poderá haver constrangimentos ao investimento na construção de um novo órgão).

- Problema E
    - Aumentar a insuflação de ar, não comprometendo a sedimentação das areias.
    - Aumentar tempo de remoção areias.

- Problema F
    - Aumentar as intervenções de manutenção preventiva nos equipamentos electromecânicos.
    - Dimensionar corretamente fornecimento ar.

Na tabela 3.3.5 são apresentados os problemas operacionais com a devida ordem, assim como as soluções a adoptar para o desarenador/desengordurador.

Tabela 3.3.5 - Problemas Operacionais e respectivas soluções no Desarenador/Desengordurador

Problema	**Causa**	**Verificação da causa**	**Solução**
A- Odores e areias removidas de cor cinzenta	A1- Presença de matéria orgânica no efluente	A11- Medir velocidade de escoamento	A111- Diminuir a velocidade de escoamento
	A2- Formação de ácido sulfídrico	A21- Controlar o teor de sulfuretos totais e dissolvidos	A211- Lavar a câmara com uma solução de hipoclorito
			A212- Instalação de equipamentos de lavagem das areias, de forma a remover a componente orgânica que deve ser reenviada para a cabeça da estação.
	A3- Detritos orgânicos submersos	A31- Inspecionar a câmara de areias	A311- Lavar a câmara diariamente

Problema	Causa	Verificação da causa	Solução
B- Reduzida turbulência no desarenador com insuflação de ar	B1- Sistema de injeção de ar inadequada	B11- Verificar o sistema de injeção de ar	B111- Aumentar a injeção de ar. Aumentar as ações de manutenção preventiva aos difusores.
	B2- Difusores cobertos de detritos	B21- Verificar os difusores	B211- Limpar os difusores
C- Deficiência na remoção de areias decantadas	C1- Sobrepressão na bombagem	C11- Controlar a velocidade	C111- Manter a velocidade próxima de 0,30 m/s
			C112- Perante a afluência excessiva de areias, pode-se verificar a compactação das mesmas no fundo dos desarenadores. Para isso poder-se-á "fluidizar" a mesma através da injeção momentânea de ar no momento da bombagem.
D- Presença de bolhas gasosas no sobrenadante	D1- Lamas no fundo do canal de areias	D11- Inspecionar o fundo da câmara	D111- Lavar com maior frequência a câmara de areias
			D112- Aumentar tempo de remoção de areias
	D2- Eventual descarga de detergentes	D21- Verificar o poço de entrada de afluente.	D211- Tentar evitar a entrada de descargas na

Problema	Causa	Verificação da causa	Solução
			estação.
E- Anomalia na remoção de gorduras	E1- Avaria na ponte raspadora	E11- Verificar funcionamento da ponte raspadores	E111- Proceder à reparação da ponte
	E2- Quantidade invulgar de gorduras	E21- Verificar a origem das gorduras	E211- Limpeza do canal de gorduras.
F- Eficácia na remoção de areias fraca	F1- Equipamento de remoção de areias a funcionar em ciclos demasiado curtos	F11- Analisar os ciclos de retirada de areias.	F111- Aumentar a frequência de retirada de areias pelo sistema Air Lift.
	F2- Velocidade de escoamento excessiva	F21- Analisar os ciclos de retirada de areias.	F211- Aumentar a frequência de retirada de areis pelo sistema Air Lift.
	F3- Velocidade excessiva em desarenadores em canal	F31- Controlar a velocidade	F311- Manter a velocidade próxima de 0,30 m/s
	F4- Arejamento excessivo em desarenadores com insuflação de ar.	F41- Controlar o arejamento	F411- Reduzir o arejamento

3.3.3 Decantador Primário:

No decantador primário acontece o mesmo que foi referido no desarenador/desengordurador, tendo em atenção que este apresenta maior número de problemas, como podemos ver na tabela 3.3.6.

Não deixa de ser um órgão que requer atenção, pois devido à sua função pode prejudicar o órgão a jusante do mesmo, dificultando assim o seu normal funcionamento.

Tabela 3.3.6- Análise de Risco no Decantador Primário

Decantador Primário			
Problema	Σ Severidade /n	Σ Frequência/n	Risco
A- Presença de lamas à superfície	3	2	6
B- Excesso de escumas	3	2	6
C- Dificuldade em remover lamas sedimentadas	3	2	6
D- Baixo teor de sólidos nas lamas do decantador	3	2	6
E- Excesso de matéria orgânica nas lamas decantadas	2	3	6
F- Distribuição não uniforme do caudal nos descarregadores laterais	2	3	6

As soluções recolhidas para este órgão foram:

- Problema A
    - Aumentar os ciclos de purga de lama em excesso.
- Problema B
    - Verificar a funcionalidade dos raspadores de escumas. aumentar a frequência de remoção de escumas (quando possível).
    - Desde que se remova o excesso de escumas, não existe risco associado.

- Problema C
    - Aumentar as intervenções de manutenção preventiva dos equipamentos, de forma a prevenir avarias.
    - Aumentar o tempo de purga.

- Problema D
    - Diminuir ao caudal.

- Problema E
    - Diminuir o volume da decantação (colocação de órgãos fora de serviço) de forma a diminuir o tempo de retenção.

- Problema F
    - Garantir que os descarregadores estão sempre nivelados.

Na tabela 3.3.7 estão apresentados todos os problemas operacionais relacionados com este órgão e as soluções que devem ser tomadas para a resolução do mesmo. Como nas anteriores, os dados já estão organizados por ordem de prioridade de risco, o que neste órgão nada se altera dado que todos apresentam o mesmo grau de risco.

Tabela 3.3.7- Problemas Operacionais e respectivas soluções no Decantador Primário

Problema	Causa	Verificação da causa	Solução
A-Presença de lamas à superfície	A1- Remoção de lamas incorreto	A11- Verificar se a concentração de lamas é elevada	A111- Amentar a frequência e duração dos períodos de descarga de lamas até que a concentração das lamas diminua para valores desejáveis.
	A2-Raspadores gastos ou danificados	A21- Inspecionar o raspador	A211- Reparar ou substituir os raspadores
	A3-Pré-tratamento inadequado das águas residuais industriais orgânicas	A31- Verificar a eficiência do pré-tratamento	A311- Pré arejar o esgoto
B-Excesso de escumas	B1-Frequência de remoção de escumas inadequada	B11- Controlar o período de remoção de escumas	B111- Remover as escumas com maior frequência
			B112- Verificar a funcionalidade dos raspadores de escumas, aumentar a frequência de remoção de escumas.
	B2-Afluência significativa de esgotos industriais	B21- Controlar a qualidade das águas residuais afluentes	B211- Verificar o pré-tratamentos dos esgotos industriais
C-Dificuldade em remover lamas sedimentadas	C1- Avaria ou mau funcionamento do raspador de fundo	C11- Verificar raspadores de fundo	C111- Reparar ou substituir os raspadores

Problema	Causa	Verificação da causa	Solução
			C112- Aumentar as intervenções de manutenção preventiva dos equipamentos, de forma a prevenir avarias.
	C2- Condutas colmatadas ou avaria da bomba	C21- Inspecionar bombas e condutas	C211- Desobstruir o sistema e extrair as lamas com maior frequência
D-Baixo teor de sólidos nas lamas	D1- Baixo tempo de retenção	D11- Medir tempo de retenção	D111- Aumentar o tempo de retenção das lamas
	D2- Taxa de aplicação superficial alta	D21- Medir o caudal afluente	D211- Reduzir a carga hidráulica distribuindo uniformemente o caudal pelos decantadores, se forem mais do que um
	D3- Curto circuito hidráulico nos decantadores	D31- Verificar com traçadores	D311- Alterar a disposição dos descarregadores
			D312- Reparar ou substituir os deflectores
E- Excesso de matéria orgânica nas lamas decantadas	E1- Velocidade de escoamento muito baixa	E11- Medir velocidade	E111- Aumentar a velocidade, se possível. Efetuar frequentes lavagens do canal.
F- Distribuição não uniforme do caudal no descarregador lateral	F1- Descarregadores mal nivelados	F11- Verificar descarga de água nos descarregadores	F111- Proceder ao nivelamento dos descarregadores
	F2- Crescimento excessivo de algas nos descarregadores	F21- Verificar superfície do decantador primário	F211- Limpar cuidadosamente, com maior frequência as superfícies

Problema	Causa	Verificação da causa	Solução
	F3- Acumulação de detritos	F31- Verificar descarregadores	F311- Limpar com frequência os descarregadores

3.3.4 Tratamento Biológico:

Serão analisados os Tanque de arejamento, os Canais de oxidação e Leitos percoladores em conjunto, devido a apresentarem todos a mesma função, apesar da mesma ser efectuada de diferentes maneiras, apresentam alguns problemas comuns.

Como se pode verificar através das tabelas 3.3.8, a 3.3.10, apesar de existirem problemas em comum entre estes órgão (como é o caso dos odores, escumas castanhas à superfície dos tanque), as soluções e as causas dos mesmos podem ser diferentes. A causa na origem de cada problema também pode variar. Um dos exemplos é entre o tanque de arejamento e os canais de oxidação, uma vez que ambos podem apresentar escumas castanhas sobre a superfície - que não se desfaz com uma simples regra superficial. No caso do tanque de arejamento a causa que mais respostas obteve e que devemos ter em atenção o baixo teor de oxigénio dissolvido, como resultado de um fraco arejamento. No caso dos canais de oxidação a maior causa parece estar associada a idade das lamas muito elevadas, concentração de sólidos suspensos totais superior à normal e diminuição de pH. Assim, como podemos analisar, apesar das suas funções serem as mesmas, o modo como estes operam difere, distinguindo-se assim os problemas operacionais que estes podem apresentar, assim como as causas dos mesmos, que implicam diferentes soluções.

Tabela 3.3.8- Análise de Risco no Tanque de Arejamento

Tanque de Arejamento			
Problema	Σ Severidade /n	Σ Frequência/n	Risco
A- Escumas castanhas sobre a superfície do tanque de arejamento que não se desfaz com um rega superficial e presença de odores	3	2	6
B- Presença não uniforme de bolhas de ar no arejamento	3	2	6
C- Concentração de lamas recirculadas baixa	3	2	6
D- Existência de locais no tanque de arejamento com baixa agitação	3	2	6
E- Grande turbulência à superfície do tanque de arejamento, com presença de bolhas de ar.	3	2	6
F- Espumas brancas, espessas e alguma ondulação na superfície do tanque de arejamento	3	2	6

As soluções recolhidas para este órgão foram:

- Problema A
    - Aumentar a concentração de oxigénio dissolvido nos tanques de arejamento.
    - Optimizar o tratamento de acordo com o regime média carga/baixa carga.

- Problema B
    - Aumentar a frequência de ações de manutenção preventiva sobre os equipamentos. Neste caso é complicado pois intervir nos difusores implica a colocação do órgão fora de serviço.

- Problema C
    - Aumentar o arejamento de forma a promover o crescimento da biomassa.
    - Optimizar o tratamento de acordo com o regime média carga/baixa carga.
- Problema D
    - Aumentar a concentração de oxigénio dissolvido no tanque de arejamento. Assegurar que o sistema de difusão de ar e/ou agitação estão a funcionar em boas condições (planos de manutenção preventiva).
    - Depende da geometria do tanque de arejamento. Se for vala de oxidação é normal existir zonas anóxicas.

- Problema E
  - Diminuir a concentração de oxigénio dissolvido.

- Problema F
  - Aumentar o arejamento para promover o crescimento da biomassa no reator biológico.

Tabela 3.3.9- Análise de Risco no Canal de Oxidação

Canais de Oxidação			
Problema	Σ Severidade /n	Σ Frequência/n	Risco
A- Escumas escuras sobre a superfície do canal que não se desfaz com uma regra superficial e presença de odores	3	2	6
B- Pontos mortos no canal de oxidação. Falta de agitação em determinadas áreas do canal.	3	2	6
C- Grande turbulência à superfície do canal. Bolhas de ar grossas	3	1	3
D- Espumas brancas, espessas e alguma ondulação na superfície do tanque de arejamento	3	1	3

Tabela 3.3.10- Análise de Risco no Leito Percolador

Leitos Percoladores			
Problema	Σ Severidade /n	Σ Frequência/n	Risco
A- Presença de água na superfície do leito percolador	4	2	8
B- Presença de insectos e larvas no filme biológico	3	2	6
C- Odores	4	3	12
D- Elevada concentração de sólidos suspensos no efluente do decantador secundário	4	2	8
E- Distribuição não uniforme sobre a superfície do leito percolador	4	2	8

Tanto para os canais de oxidação como para os leitos percoladores, não foram encontradas novas soluções.

Nas tabelas 3.3.11, 3.3.12 e 3.3.13 são apresentados os problemas operacionais dos órgãos a cima mencionadas, com a devida ordem relativa ao risco que cada problema apresenta, assim como as causas e as soluções a serem adoptadas.

Tabela 3.3.11- Problemas Operacionais e respectivas soluções no Tanque de Arejamento

Problema	Causa	Verificação da causa	Solução
A- Escumas castanhas sobre a superfície do tanque de arejamento que não se desfaz com uma simples rega superficial. Presença de odores	A1- Baixos teores de oxigénio devido ao fraco arejamento	A11- Medir o OD no tanque de arejamento	A11- Aumentar o arejamento ou pondo em funcionamento outra turbina, ou subindo o nível de água no tanque
	A2- Desenvolvimento de condições anaeróbias no tanque de arejamento	A21- Se a idade das lamas for superior a nove dias, e se notar alterações nos valores esta será a causa provável	A211- Aumentar diariamente 10% a descarga de lamas em excesso
	A3-Concentração de SST superior à normal.	A31- Se a idade das lamas for superior a nove dias, e se notar alterações nos valores esta será a causa provável	A311- Aumentar diariamente 10% a descarga de lamas em excesso
	A4- Elevada idade das lamas.	A41- Verificar espessura da camada de lamas	A411- Aumentar extração de lamas
	A5- Baixo tempo de retenção hidráulico	A51- Medir tempo de retenção	A511- Aumentar o tempo de retenção hidráulico
	A6- Distribuição de caudal pelos tanques não é uniforme	A61- Medir o caudal distribuído para cada tanque de arejamento	A611- Ajustar os valores de caudal

Problema	Causa	Verificação da causa	Solução
B- Presença não uniforme de bolhas de ar no arejamento	B1- Difusores obstruídos	B11- Inspecionar o sistema	B111- Verificar o sistema de arejamento e desobstruir os difusores. Instalar filtros de ar afastados dos compressores
	B2- Bomba de injeção de ar avariada.	B21- Verificar funcionamento da bomba	B211- Proceder à reparação da bomba de injeção de ar
C- Concentração de lamas recirculadas baixa	C1-Razão de recirculação de lamas muito elevada	C11- Controlar a concentração de lamas recirculadas. Efetuar balanço de sólidos no decantador final e teste de sedimentação.	C111- Reduzir a razão de recirculação das lamas
	C2-Crescimento de organismos filamentosos como actinomicetos	C21- Exame microscópico. Controlar o OD, pH e a concentração de azoto e o teor de ferro dissolvido.	C211- Aumentar OD, pH e o teor em azoto. Aumentar o teor em ferro dissolvido se este for inferior a 5 mg/l
D- Existência de locais no tanque de arejamento com baixa agitação.	D1- Falta ou avaria no sistema de agitação	D11- Verificar sistema	D111- Aumentar a concentração de oxigénio dissolvido no tanque de arejamento. Assegurar que o sistema de difusão de ar e/ou agitação estão a funcionar em boas condições.

Problema	Causa	Verificação da causa	Solução
	D2-Difusores obstruídos	D21- Inspeção visual	D211- Verificar o sistema de arejamento e desobstruir os difusores. Instalar filtros de ar afastados dos compressores
	D3-Sub-arejamento resultando baixo OD e/ou odores sépticos	D31- Controlar o teor dissolvido	D311- Aumentar o arejamento para elevar as concentrações de OD até 1 a 3 mg/l.
		D32- Analisar a forma como se processa a mistura dentro do tanque	D321- Aumentar o arejamento para promover a mistura adequada da massa liquida.
		D33- Verificar a razão de recirculação das lamas e a espessura da camada de lamas no decantador	D331- Ajustar a razão de recirculação de modo a manter a espessura de lamas no decantador entre 30 - 90 cm
E- Grande turbulência à superfície do tanque de arejamento	E1- Excesso de arejamento dando origem a elevado OD e à destruição dos flocos	E11- Controlar o OD. Deve ter valores entre 1 -3 mg/l.	E111- Reduzir o arejamento de modo a manter o teor de OD no intervalo indicado
	E2-Alguns difusores obstruídos	E21- Verificar canalização de ar e juntas de ligação.	E211- Apertar os parafusos das flanges e vedar as ligações de modo a evitar fugas.

Problema	Causa	Verificação da causa	Solução
	E3-Insuficiente ou inadequada transferência de oxigénio	E31- Verificar o funcionamento do sistema de arejamento. O sistema de arejamento por ar difuso deverá fornecer entre 50 a 100 m³ de ar por kg de CBO removida. O sistema de arejadores mecânicos deverá fornecer entre 1 a 1.2 kg de oxigénio por cada kg de CBO removida.	E311- Instalar difusores ou arejadores mecânicos adequados
			E412- Aumentar o numero de difusores ou arejadores mecânicos
	E4-Elevada carga orgânica (CBO, CQO, sólidos suspensos)	E41- Verificar se a carga orgânica afluente excede a capacidade da ETAR.	E411- Se a carga ultrapassar a capacidade em mais de 25%, ampliar a ETAR.
F- Espumas brancas, espessas e alguma ondulação na superfície do tanque de arejamento	F1-Baixa concentração em SST no tanque.	F11- Medir a concentração de CBO_5 no afluente e os SST e SSV no tanque de arejamento. Calcular a razão CBO_5/SSV. Esta razão deve apresentar valores superiores aos normais.	F111- Para aumentar o teor em SST, reduzir ao mínimo as descargas de lamas.

Problema	Causa	Verificação da causa	Solução
		F12- Verificar se há arrastamento de sólidos no efluente do decantador secundário. Observar se o efluente está turvo e carregado.	F121- Aumentar o caudal de recirculação para minimizar o arrastamento de sólidos, especialmente durante os períodos de ponta.
		F13- Verificar os níveis de OD no tanque de arejamento	F131- Tentar manter os níveis de OD entre 1 a 3 mg/l. Manter igualmente uma mistura uniforme no tanque de arejamento.
	F2- Perda significativa de sólidos no processo; baixa concentração de SSV no tanque de arejamento	F21- Verificar se houve: diminuição de SSV; redução da idade das lamas; Aumento da razão CBO_5/SSV; aumento de OD; aumento da quantidade de lamas extraídas	F211- Até que os parâmetros atrás indicados se normalizem, reduzir em 10% as lamas extraídas.
			F212- Aumentar a razão de recirculação das lamas para diminuir o arrastamento de sólidos no efluente do decantador secundário. Manter a espessura de lamas no fundo do decantador secundário entre 30 a 90 cm.

Problema	Causa	Verificação da causa	Solução
	F3-Esgoto tóxico, presença de metais pesados ou bactericidas.	F31- Colher uma amostro do liquido no tanque de arejamento e determinar as concentrações de: SST, metais, bactericidas. Medir a temperatura da água.	F311- Retirar a totalidade das lamas do processo, sem recirculação para outro sistema de tratamento. Introduzir uma semente de lamas de outra estação, e arrancar de novo com o processo.
	F4-Temperaturas do esgoto muito baixas ou variações bruscas de temperatura.	F41- Controlar as variações bruscas de temperatura do afluente à estação.	F411- Verificar o pré-tratamento das águas residuais de origem industrial.

Tabela 3.3.12- Problemas Operacionais e respectivas soluções nos Canais de Oxidação

Problema	**Causa**	**Verificação da causa**	**Solução**
A- Escumas escuras sobre a superfície do canal que não se desfaz com uma simples rega superficial. Presença de odores	A1- Idade das lamas muito elevada. Concentração de SST superior à normal. Diminuição do pH.	A11- Se a idade das lamas for superior a nove dias, e se notar aquelas alterações nos valores das concentrações, esta é a causa provável.	A111- Aumentar diariamente 10% a descarga de lamas em excesso
	A2- Baixos teores de oxigénio devido ao fraco arejamento	A21- Medir o OD no tanque de arejamento	A211- Aumentar o arejamento ou pondo em funcionamento outra turbina, ou subindo o nível de água no tanque de arejamento
	A3-Desenvolvimento de condições anaeróbias no canal de oxidação.	A31- Medir o OD no tanque de arejamento	A311- Diminuir a carga pondo em serviço outro tanque de arejamento.

Problema	Causa	Verificação da causa	Solução
			A312- Verificar se há perdas no sistema de arejamento, nomeadamente na tubagem de ar. Repara-las.
B-Pontos mortos no canal de oxidação. Falta de agitação em determinadas áreas do canal	B1- Sub-arejamento resultando baixo OD e/ou odores sépticos	B11- Controlar o teor dissolvido	B111- Aumentar o arejamento para elevar as concentrações de OD até 1 a 3 mg/l.
		B12- Analisar a forma como se processa a mistura dentro do tanque	B121- Aumentar o arejamento para promover a mistura adequada da massa liquida.
		B13- Verificar a razão de recirculação das lamas e a espessura da camada de lamas no decantador	B131- Ajustar a razão de recirculação de modo a manter a espessura de lamas no decantador entre 30 - 90 cm
	B2- Difusores obstruídos	B21- Inspecionar o sistema	B211- Verificar o sistema de arejamento e desobstruir os difusores. Instalar filtros de ar afastados dos compressores
C- Grande turbulência à superfície do canal. Bolhas de ar grossas.	C1- Sobre-arejamento dando origem a elevado OD e à destruição dos flocos	C11- Controlar o OD. Deve ter valores entre 1 -3 mg/l.	C111- Reduzir o arejamento de modo a manter o teor de OD no intervalo indicado

Problema	Causa	Verificação da causa	Solução
	C2- Insuficiente ou inadequada transferência de oxigénio	C21- Verificar o funcionamento do sistema de arejamento. O sistema de arejamento por ar difuso deverá fornecer entre 50 a 100 m³ de ar por kg de CBO removida. O sistema de arejadores mecânicos deverá fornecer entre 1 a 1.2 kg de oxigénio por cada kg de CBO removida.	C211- Instalar difusores ou arejadores mecânicos adequados
			C212- Aumentar o número de difusores ou arejadores mecânicos
	C3- Alguns difusores obstruídos	C31- Verificar canalização de ar e juntas de ligação.	C311- Apertar os parafusos das flanges e vedar as ligações de modo a evitar fugas.
	C4- Elevada carga orgânica (CBO, CQO, sólidos suspensos)	C41- Verificar se a carga orgânica afluente excede a capacidade da ETAR.	C411- Se a carga ultrapassar a capacidade em mais de 25%, ampliar a ETAR.
D- Espumas brancas, espessas e alguma ondulação na superfície do tanque de arejamento.	D1- Baixa concentração em SST no canal.	D11- Medir a concentração de CBO_5 no afluente e os SST e SSV no tanque de arejamento. Calcular a razão CBO_5/SSV. Esta razão deve apresentar valores superiores aos normais.	D111- Para aumentar o teor em SST, reduzir ao mínimo as descargas de lamas

Problema	**Causa**	**Verificação da causa**	**Solução**
	D2- Perda significativa de sólidos no processo; baixa concentração de SSV no tanque de arejamento	D21- Verificar se há arrastamento de sólidos no efluente do decantador secundário. Observar se o efluente está turvo e carregado.	D211- Aumentar o caudal de recirculação para minimizar o arrastamento de sólidos, especialmente durante os períodos de ponta.
	D3- Esgoto tóxico, presença de metais pesados ou substâncias bactericidas. Temperaturas do esgoto muito baixas ou variações bruscas de temperatura.	D31- Colher uma amostro do liquido no tanque de arejamento e determinar as concentrações de: SST, metais, bactericidas. Medir a temperatura da água.	D311- Retirar a totalidade das lamas do processo, sem recirculação para outro sistema de tratamento. Introduzir uma semente de lamas de outra estação, e arrancar de novo com o processo.
		D312- Controlar as variações bruscas de temperatura do afluente à estação.	D321- Verificar o pré-tratamento das águas residuais de origem industrial.

Tabela 3.2- Problemas Operacionais e respectivas soluções no Leito Percolador

Problema	Causa	Verificação da causa	Solução
A-Odores (decomposição anaeróbia dentro do leito)	A1-Afluente ao percolador em condições sépticas	A11-Verificar a presença de H_2S no efluente.	A111-Promover condições aeróbias nas unidades de pré-tratamento. Tentar a pré-cloragem ou arejamento.
	A2-Insuficiente ventilação	A21-Verificar se a abertura dos tubos de ventilação do percolador estão obstruídos	A211-Desobstruir o sistema de ventilação

Problema	Causa	Verificação da causa	Solução
		A22-Verificar o sistema de drenagem de fundo está obstruído ou se o caudal do sistema de drenagem é superior a metade da secção cheia	A221-emover todos os detritos susceptíveis de provocarem obstrução do sistema de drenagem, recorrendo a uma forte rega
		A23-Verificar se existe excessivo crescimento biológico e colmatação do leito	A231-Aumentar a razão de recirculação, se também se verificar a colmatação do leito
			A232-Se o caudal do sistema de drenagem for superior a metade da secção cheia, reduzir se possível, a recirculação.
		A24-Nenhuma das alternativas se verifica	A241-Aumentar a ventilação por meios mecânicos
	A3-Exploração deficiente	A31-Observar meio de enchimento, distribuidor e efluente	A311-Remover todos os detritos à superfície do leito percolador
			A312-Lavar braços do distribuidor e paredes do leito percolador

Problema	Causa	Verificação da causa	Solução
	A4-Excessiva carga orgânica	A41-Calcular a carga orgânica. Controlar as descargas de esgoto industrial.	A411-Utilizar produtos para eliminação de cheiros, usualmente, enquanto se fazem as correções apropriadas.
			A412-Promover condições aeróbias nas unidades de tratamento. Tentar a pré-cloragem, arejamento ou a recirculação durante os baixos caudais noturnos.
			A413-Evitar esgotos industriais
			A414-Melhorar a eficiência da decantação primária
			A415-Aumentar a razão de recirculação para reduzir a concentração de CBO_5 afluente.

Problema	Causa	Verificação da causa	Solução
			A416- Adicionar hipoclorito ao afluente ao percolador por algumas horas, no período de baixo caudal, mantendo cerca de 12 mg/l de cloro residual na saída do distribuidor
			A417-Se a carga orgânica continuar elevada vai ser necessário ampliar a ETAR
			A413-Evitar esgotos industriais
B- Presença de água na superfície do leito percolador	B1-Granulometria do meio de enchimento muito pequena e não uniforme	B11-Verificar a granulometria do meio de enchimento	B111- Calibrar as dimensões do meio de enchimento
	B2-Acumulação de detritos à superfície do leito	B21-Inspeccionar o percolador	B211-Aumentar a recirculação
	B3-Excessiva carga orgânica	B31-Controlar a carga orgânica afluente	B311-Melhorar a eficiência do tratamento primário
	B4-Presença de caracóis, musgo, baratas	B41-Inspeccionar o filme biológico	B411-Remover os detritos acumulados à superfície do leito percolador

Problema	Causa	Verificação da causa	Solução
	B5-Excessivo crescimento biológico	B51-Observar através do registo de medições se se verificam aumentos significativos das cargas, orgânica e superficial	B511-Limpar a camada superficial do meio de enchimento, aplicando uma forte rega sobre o meio de enchimento.
			B512-Aumentar a recirculação
			B513-Adicionar hipoclorito ao afluente ao percolador durante 2 a 4 horas para manter cerca de 1 mg/l de cloro residual.
			B514-e possível inundar o leito durante 24 horas
	B6-Filme biológico destruído devido a temperaturas extremas.	B61-Analisar o filme a diversas profundidades do leito percolador	B611-Calibrar as dimensões do meio de enchimento ou substitui-lo totalmente
	B7-Decantação primária ineficiente	B71-Concentração excessiva de sólidos suspensos no afluente ao percolador	B711-Se estiver obstruído, lavar o meio de enchimento nessa área por meio de uma forte rega
C-Elevada concentração de sólidos suspensos no efluente do decantador secundário	C1-Desprendimento excessivo do filme biológico do leito percolador	C11-Mudança de estações do ano afecta os microorganismos	C111-Aumentar a eficiência do decantador secundário, adicionando polímeros ao afluente.

Problema	Causa	Verificação da causa	Solução
		C12-Controlar a carga orgânica e a presença de esgotos industriais; medir o pH e verificar se existem substâncias tóxicas.	C121-Se a carga orgânica for excessiva, ter-se-á de diminua-la utilizando mais leitos percoladores, caso existam.
			C122-Verificar se possível a qualidade dos esgotos industriais afluentes. Manter o pH entre 6.5 e 8.5.
			C123-A ampliação da ETAR pode ser necessária
	C2-Sobrecarga hidráulica no decantador secundário	C21-Controlar a carga hidráulica superficial. Esta não deve ser exceder 2,5 $m^3/m^2/h$ em períodos de ponta	C211-Reduzir a recirculação de efluente durante os períodos de ponta, caso esta seja feita após o decantador secundário. Poderá ser necessário outro decantador.
	C3-Desnitrificação no decantador secundário	C31-Controlar a nitrificação do efluente e verificar se há formação de lamas à superfície	C311-Aumentar o caudal descarregado a partir do fundo do decantador.

Problema	Causa	Verificação da causa	Solução
	C4-Mau funcionamento do equipamento instalado no decantador secundário	C41-Verificar se a conduta de extração das lamas está obstruída	C411-Desobstruir a conduta de extração de lamas
		C42-Deflectores danificados	C421-Reparar ou substituir os deflectores
		C43-Descarregadores desnivelados e distribuição desigual de caudal	C431-Nivelar os descarregadores para que o efluente seja uniformemente descarregado.
D-Distribuição não uniforme sobre a superfície do leito percolador	D1-Obstrução de parte dos orifícios do distribuidor rotativo	D11-Verificar se existe, em simultâneo, áreas alagadas e secas	D111-Remover e limpar as orifícios dos difusores. Limpar com uma vara e jacto de água os braços do distribuidor.
	D2-Perda de água através dos vedantes	D21-Verificar a vedação hidráulica	D211-Substituir as juntas de vedação
	D3-Condições atmosféricas. Baixas temperaturas	D11- Verificar a temperatura do ar e da água residual	D111-Reduzir a recirculação
			D112-Operar com dois percoladores em paralelo se possível
			D113-ajustar orifícios e deflectores para obter descargas mais fortes

Problema	Causa	Verificação da causa	Solução
			D114-Abrir parcialmente a junta cega da extremidade do braço distribuidor para permitir um maior caudal de descarga
			D115-Quebrar e remover o gelo formado
			D116-Arborizar a área envolvente de modo a cortar o vento
			D117-Se a dosagem for intermitente, abrir a válvula de distribuição principal
			D118-Proteger o poço de bombagem e as câmara de dosagem
	D2-Distribuição desigual de água durante o tempo em que ocorre a formação de gelo	D21-Inspecção visual	D211-Aumentar o caudal distribuído sobre o meio de enchimento, remover detritos e desobstruir os orifícios dos braços

Problema	Causa	Verificação da causa	Solução
E-Presença de insectos e larvas castanho escuras no filme biológico	E1-Excessivo crescimento biológico	E11-Inspecção visual	E111-Aplicar uma forte rega sobre o leito percolador e/ou adicionar hipoclorito ao afluente ao percolador para controlar o crescimento do filme biológico
	E2-Má distribuição do filme biológico, especialmente junto das paredes	E21-Inspecção visual	E211-Desobstruir os orifícios do distribuidor
			E212-Prover orifícios nas extremidades do distribuir de forma a garantir um espalhamento junto das paredes
	E3-Terrenos envolventes permitem a reprodução de moscas	E311-Controlar o estado de manutenção dos terrenos envolventes	E3111-Limpar os terrenos envolventes
	E4-Carga hidráulica insuficiente para remover os ovos e larvas de insectos do leito percolador	E41-Calcular a carga hidráulica. Em sistemas de baixa carga deve ser superior a 1 $m^3/m^2/d$, em alta carga superior a 10 $m^3/m^2/d$	E411-Aumentar a razão de recirculação

Problema	Causa	Verificação da causa	Solução
			E412-Semanalmente, adicionar hipoclorito ao afluente ao percolador por algumas horas, mantendo cerca de 1 mg/l de cloro residual na saída do distribuidor

3.3.5 Decantador Secundário – em sistemas com biomassa fixa e biomassa suspensa:

Como acontece com o tanque de arejamento, o canal de oxidação e o leito percolador, também o decantador secundário em sistema de biomassa fixa e em sistema de biomassa suspensa, tem a mesma função, mas operam de forma diferente como já foi descrito no ponto 2.1.2..

No caso destes dois órgãos, o número de respostas só difere em 1 respostas, isto é, o decantador secundário em sistema de biomassa fixa teve 7 respostas enquanto que em sistema de biomassa suspensa teve 8, por isso vamos analisar de uma forma geral os dois órgão.

Analisando as tabelas 3.3.14 e 3.3.15, verificamos que é no decantador em sistema de biomassa suspensa que apresenta o problema com maior risco, formação de espumas à superfície do decantador secundário, o que no entanto, no decantador em sistema de biomassa fixa, temos um problema semelhante, presença de lamas na superfície do decantador secundário, que também apresenta o maior valor de risco neste órgão.

Tabela 3.3.14 Análise de Risco no Decantador secundário- em sistema de biomassa fixa

Decantador Secundário - em sistema de biomassa fixa			
Problema	Σ Severidade /n	Σ Frequência/n	Risco
A- Distribuição não uniforme do caudal nos descarregadores	3	2	6
B- Deficiente remoção de lamas decantadas	4	2	8
C- Curto-circuito hidráulico no decantador	4	2	8
D- Presença de lamas na superfície do decantador secundário	4	2	8

Tabela 3.3.15 - Análise de Risco no Decantador secundário- em sistema de biomassa suspensa

Decantador Secundário - em sistema de biomassa suspensa			
Problema	Σ Severidade /n	Σ Frequência/n	Risco
A- Presença de lamas na superfície do decantador secundário	4	2	8
B- Flocos de pequena dimensão no efluente do decantador secundário, efluente turvo	4	2	8
C- Formação de espumas à superfície do decantador secundário	4	3	12
D- Distribuição não uniforme do caudal nos descarregadores	3	2	6
E- Deficiente remoção de lamas decantadas	4	2	8
F- Curto-circuito hidráulico no decantador	4	2	8
G- Pequenas partículas semelhantes a cinzas à superfície do decantador	3	2	6

As soluções recolhidas para este órgão foram:

- Problema A
  - Aumento do arejamento no reator biológico. Aumento do volume dos órgão anóxicos, para que a desnitrificação ocorra lá e não na decantação.

- Problema B
  - Aumentar a concentração de oxigénio dissolvido no tanque de arejamento.

- Problema C
  - Aumentar a concentração de oxigénio dissolvido no tanque de arejamento. Aumentar a remoção de escumas superficiais no decantador.
  - Adicionar hipoclorito, aumentar purga.

- Problema D
  - Nivelar os descarregadores.

- Problema E
  - Aumentar as ações de manutenção preventiva dos equipamentos.

- Problema F
    - Verificar caudais afluentes. Nivelar descarregadores.

- Problema G
    - Aumentar o volume dos tanques anóxicos, onde deverá ocorrer a desnitrificação.

Nas tabelas 3.3.16 e 3.3.17, são apresentados os problemas operacionais para cada órgão separadamente, tendo sempre em atenção o problema que mais risco apresenta, assim como a causa que mais respostas obteve, tendo assim que ser vista em primeiro lugar dado ser a que acontece com maior frequência.

Tabela 3.3.16- Problemas Operacionais e respectivas soluções no Decantador secundário- em sistema de biomassa fixa

Problema	Causa	Verificação da causa	Solução
A-Deficiente remoção de lamas decantadas	A1-Avaria no sistema de recirculação.	A11-Verificar o funcionamento da bomba de recirculação	A111-Se o funcionamento for deficiente, proceder à sua reparação ou substituição.
	A2-Lamas muito espessas e densas	A21-Inspecção visual	A211-Extracção de lamas manualmente, ou por jacto de ar, ou de água sob pressão.
	A3-Baixa velocidade nas condutas de descarga	A31-Medir o caudal e a velocidade de descarga das lamas	A311-Lavar as condutas obstruídas em contracorrente
			A312-Descarregar lamas com maior frequência
			A313-Verificar o estado das condutas de descarga da lamas

Problema	Causa	Verificação da causa	Solução
B-Curto-circuito hidráulico no decantador	B1-Carga hidráulica excessiva	B11-Calcular a carga hidráulica superficial	B111-Se possível, por outro decantador em serviço
	B2-Descarregadores desnivelados	B21-Inspecção visual	B211-Nivelar os descarregadores
	B3-Mau funcionamento do equipamento	B31-Inspecção visual	B311-Substituir ou reparar o equipamento danificado (raspador, etc.)
	B4-Tempo de retenção reduzido devido à acumulação de sólidos e de areias no fundo do decantador	B41-Inspeccionar por meio de amostras e de sonda	B411-Remover a acumulação excessiva de sólidos
			B412-Melhorar a eficiência do desarenador
C-Presença de lamas na superfície do decantador secundário	C1-Recirculação ou extração de lamas insuficiente	C11-Verificar o funcionamento da bomba de recirculação/extração de lamas e a altura das lamas.	C111-Se o funcionamento for deficiente, proceder à sua reparação ou substituição.
			C112-Se a bomba estiver em condições, aumentar a razão de recirculação/extração de lamas, e controlar, frequentemente, a espessura da camada de lamas. Manter a espessura entre 30 a 90 cm. Quando a camada aumentar, aumentar a razão de recirculação/extração.

Problema	Causa	Verificação da causa	Solução
			C113-Limpar as condutas de recirculação/extração de lamas se estiveram obstruídas
	C2-Carga hidráulica superficial excessiva	C21-Determinar a carga hidráulica e medir o caudal distribuído por cada decantador.	C211-Ajustar valores de caudal e/ou distribui-lo uniformemente. Se a carga hidráulica se mantiver elevada pôr, se possível, outro decantador em serviço.
	C3-Caudais de ponta afogando os descarregadores	C31-Se a carga hidráulica em condições de ponta for superior a 2 m³/m²/h, esta é provavelmente a causa	C311-Instalar tanques de regularização de caudais ou ampliar a estação
D- Distribuição não uniforme do caudal nos descarregadores	D1-Acumulação de sólidos e/ou crescimento de plantas aquáticas nos descarregadores	D11-Inspecção visual	D111-Limpar as superfícies com maior frequência e eficiência
	D2-Desenvolvimento de algas nos descarregadores	D21-Inspecção visual	D212-Pré-cloragem e raspagem da superfície com maior frequência

Tabela 3.3.17- Problemas Operacionais e respectivas soluções no Decantador secundário- em sistema de biomassa suspensa

Problema	Causa	Verificação da causa	Solução
A-Presença de lamas na superfície do decantador secundário	A1-Organismos filamentosos	A11-Proceder ao exame microscópico de uma amostra do líquido do tanque de arejamento e de uma outra amostra de lamas recirculadas. Identificar o tipo de organismos, e se são fungos ou bactérias.	A111-Se não forem observados organismos filamentosos, as causas mais prováveis são os inadequados teores de OD e CBO_5.
			A112-Se forem identificadas bactérias, controlar a massa de organismos filamentosos no caudal afluente e na recirculação. Efetuar a cloragem do caudal afluente com uma dose de 5 a 10 mg/l. Se for necessário mais cloro, aumentar a dosagem em pequenas quantidades de 1 a 2 mg/l.
	A2- Recirculção ou extração de lamas insuficiente	A21-Verificar o sistema de recirculação de lamas	A211-Se a bomba de recirculação de lamas funcionar mal, pôr outra de serviço e reparar a avariada.

Problema	Causa	Verificação da causa	Solução
			A212-Se a bomba estiver em boas condições, aumentar a razão de recirculação e controlar a altura das lamas de fundo. Manter a camada de lamas no decantador secundário entre 30 a 90 cm de espessura. Quando a camada aumentar a espessura, aumentar a razão de recirculação.
			A213-Limpar a canalização de recirculação de lamas se estiver obstruída.
	A3-Desnitrificação no decantador secundário, as bolhas de azoto gasoso aderem às partículas de lamas, provocando a sua subida.	A31-controlar a concentração de nitratos no afluente do decantador; se o NO_3 medido for desprezável então não é provável.	A311-Aumentar a razão de recirculação das lamas.
			A312-Diminuir o potêncial redox no tanque de arejamento.
			A313-Reduzir a idade das lamas.
	A4- Carga de sólidos no decantador muito elevada	A41-Controlar o valor de carga de sólidos superficiais de modo a não exceder 7 kg/m²/h.	A411-Reduzir a concentração de SST no tanque de arejamento, aumentando a extração de lamas.

Problema	Causa	Verificação da causa	Solução
	A5- Carga hidráulica superficial excessiva	A51-Determinar a carga hidráulica e medir o caudal distribuído por cada decantador.	A511-Ajustar valores de caudal e/ou distribui-lo uniformemente. Se a carga hidráulica se mantiver elevada pôr, se possível, outro decantador em serviço.
	A6-Tanque de arejamento sobrecarregado devido a uma fraca concentração de SST, dando origens a lamas jovens com baixa densidade.	A61-Verificar no tanque de arejamento se houve: diminuição da concentração de SSV; diminuição do tempo de retenção médio; aumento razão CBO_5/SSV; aumento do OD.	A611-Reduzir a descarga de lamas em 10%, até que a concentração em SSV se aproxime da valores normais.
	A7-Baixo teor de OD no tanque de arejamento.	A71-Medir o teor de OD em vários pontos do tanque de arejamento.	A711-Se a média dos valores de OD for menor que 0,5 mg/l, aumentar o arejamento até que o OD médio esteja compreendido entre 1 e 3 mg/l.
			A712-Se os teores de OD são próximos de zero em alguns pontos do tanque, e de 1 mg/l ou mais, noutros pontos, calibrar o sistema de insuflação de ar ou limpar os difusores.

Problema	Causa	Verificação da causa	Solução
		A72-Verificar se ocorre nitrificação devido à alta temperatura do esgoto ou baixa carga mássica.	A721-Se a nitrificação não for necessária, aumentar diariamente 10% à extração das lamas em excesso, para evitar a nitrificação.
			A722-Se a nitrificação for necessária, aumentar o pH, adicionando um agente alcalino, tal como soda cáustica ou cal, no afluente ao tanque de arejamento.
	A8- Quando ocorre caudais de ponta verifica-se o afogamento dos descarregadores	A81-Se a carga hidráulica em caudais de ponta for superior a 1,7 m³/m²/h esta é provavelmente a causa.	A811-Construir um tanque de regularização ou ampliar a estação.
B-Flocos de pequena dimensão no efluente do decantador secundário, efluente turvo.	B1-Condições anaeróbias no tanque de arejamento	B11-Medir o potêncial redox no tanque de arejamento.	B111-Diminuir o potêncial redox no tanque de arejamento.
	B2-Baixo teor de SSV no tanque de arejamento devido ao arranque da estação ou a uma descarga excessiva de lamas	B21-Verificar as condições relativas a : Espumas brancas, espessas e alguma ondulação na superfície do tanque de arejamento.	B211-Verificar as condições relativas a : Espumas brancas, espessas e alguma ondulação na superfície do tanque de arejamento.

Problema	Causa	Verificação da causa	Solução
	B3-Aumento da carga orgânica	B31-Realizar análises microscópicas da amostra, do liquido do tanque de arejamento e das lamas recirculadas. Verificar a presença de protozoários. Determinar a carga orgânica afluente e o OD no tanque de arejamento	B311-Se não forem identificados protozoários, muito possivelmente ocorreu um choque de carga orgânica. Reduzir a extração de lamas em excesso, não mais do que 10% por dia e aumentar a razão de recirculação das lamas, de modo a manter uma espessura de lamas no decantador entre 30 a 90 cm.
	B4-Cargas tóxicas elevadas.	B41-Exame microscópio das lamas. Pesquisa de protozoarios ativos.	B411-Introduzir no tanque lamas de outras ETAR.
	B5-Turbulência excessiva no tanque de arejamento.	B51-controlar o potêncial redox no tanque de arejamento.	B511-Reduzir a agitação no tanque de arejamento.
	B6-Lamas sobre-oxidadas	B61-Observar o aspecto das lamas.	B611-Aumentar a extração de lamas para redução da sua idade.

Problema	Causa	Verificação da causa	Solução
C-Formação de espumas à superfície do decantador secundário	C1- Presença de organismos filamentosos	C11-Proceder ao exame microscópico de uma amostra do liquido do tanque de arejamento e de uma outra amostra de lamas recirculadas. Identificar o tipo de organismos, e se são fungos ou bactérias.	C111-Se não forem observados organismos filamentosos, as causas mais prováveis são os inadequados teores de OD e CBO_5.
	C2-Falta de oxigenação	C21-Espumas estáveis à superfície do tanque biológico e do decantador secundário (cor castanha). Observação microscópica da biomassa com a detecção da presença de microrganismos filamentosos. Cor das lamas normal (castanho-escuro). IVL (índice volumétrico de lodo) superior a 200 mg/l.	C211-Aplicar hipoclorito de sódio na recirculação das lamas. Dosagem de 2g de Cl_2/kg de SST de lamas/d. Aumentar a concentração de oxigénio. Reduzir a concentração das lamas no tanque biológico (aumentar o tempo de funcionamento de lamas) para reduzir a idade das lamas.
D- Distribuição não uniforme do caudal nos descarregadores.	D1-Acumulação de sólidos e/ou crescimento de plantas aquáticas nos descarregadores	D11-Inspecção visual	D111-Limpar as superfícies com maior frequência e eficiência

Problema	Causa	Verificação da causa	Solução
	D2-Desenvolvimento de algas nos descarregadores	D11-Inspecção visual	D112-Pré-cloragem e raspagem da superfície com maior frequência
F-Deficiente remoção de lamas decantadas	F1-Avaria no sistema de recirculação	F11-Verificar o funcionamento da bomba de recirculação	F111-Se o funcionamento for deficiente, proceder à sua reparação ou substituição.
	F2-Lamas muito espessas e densas	F21-Inspecção visual	F211-Extracção de lamas manualmente, ou por jacto de ar, ou de água sob pressão.
	F3-Baixa velocidade nas condutas de descarga	F31-Medir o caudal e a velocidade de descarga das lamas	F311-Lavar as condutas obstruídas em contracorrente
			F312-Descarregar lamas com maior frequência
			F313-Verificar o estado das condutas de descarga da lamas
G-Curto-circuito hidráulico do decantador	G1-Carga hidráulica excessiva	G11-Calcular a carga hidráulica superficial	G111-se possível, por outro decantador em serviço
	G2-Mau funcionamento do equipamento	G21-Inspecção visual	G211-Substituir ou reparar o equipamento danificado (raspador, etc.)
	G3-Descarregadores desnivelados	G31-Inspecção visual	G311-Nivelar os descarregadores

Problema	Causa	Verificação da causa	Solução
	G4-Tempo de retenção reduzido devido à acumulação de sólidos e de areias no fundo do decantador	G41-Inspeccionar por meio de amostras e de sonda	G411-Remover a acumulação excessiva de sólidos
			G412-Melhorar a eficiência do desarenador
H-Pequenas partículas semelhantes a cinza à superfície do decantador.	H1-Inicio da desnitrificação	H11-Efectuar os teste de sedimentação em cilindros de 1l. Agitar a superfície após 30 minutos.	H111-Se há libertação de bolhas gasosas verificar desnitrificação no decantador.
			H112-Se não há libertação de bolhas gasosas verificar a causa de odores sépticos no decantador verificar odores sépticos no decantador.
	H2-Quantidade excessiva de gordura no tanque de arejamento.	H21-Efectuar análise de gorduras no liquido do tanque de arejamento e verificar se há acumulação de gorduras nos descarregadores.	H211-Se o teor em gorduras for significativo, instalar raspador de superfície no decantador primário ou construir desoleardor-desengordurador à entrada da estação.

Problema	Causa	Verificação da causa	Solução
		H22-Verificar o teor de gorduras no esgoto bruto.	H221-Se o teor em gorduras for excessivo, determinar a sua origem. Controlar os esgotos industriais.

4. FERRAMENTA DE APOIO ÀS ENTIDADES GESTORAS DE ETAR

Os resultados obtidos no inquérito foram sistematizados numa base de dados e, com base nesta sistematização foi desenvolvido uma aplicação informática denominada "MATER" (Manual de Apoio Técnico às Entidades Gestoras de ETAR).

A elaboração deste sistema de apoio tem como objectivo principal fornecer de forma mais rápida, facilitada e eficaz, informação sobre os problemas operacionais mais frequentes em ETAR, as causas possíveis para o aparecimento do problema assim como a sua verificação, para que o operador tenha a possibilidade de validar a identificação inicial da causa, e a rápida identificação da solução que deve ser adoptadas para a resolução desse problema.

Neste capítulo será apresentado o funcionamento do sistema desenvolvido, assim como a forma como este foi elaborado.

4.1Organização estrutural do programa e modo de funcionamento

O sistema terá duas vertentes, a do utilizador e a do administrador. O utilizador poderá pesquisar, seguindo os passos que serão indicados, soluções para os problemas que poderão surgir na estação de tratamento. O administrador terá a preocupação da constante atualização da base de dados, com novos problemas e novas soluções para estes.

Na Figura 4.1 apresenta-se um esquema inicial para a elaboração do sistema de apoio. Este serve de base para o desenvolvimento do algoritmo do programa desenvolvido em *VisualBasic.* Nesta figura são apresentados todos os comandos possíveis a serem utilizados no sistema, tais como inserir uma nova causa para o mesmo problema, a opção recuar caso o problema selecionado não seja p pretendido, entre outras que vão ser descritas mais detalhadamente no subcapítulo 4.2.

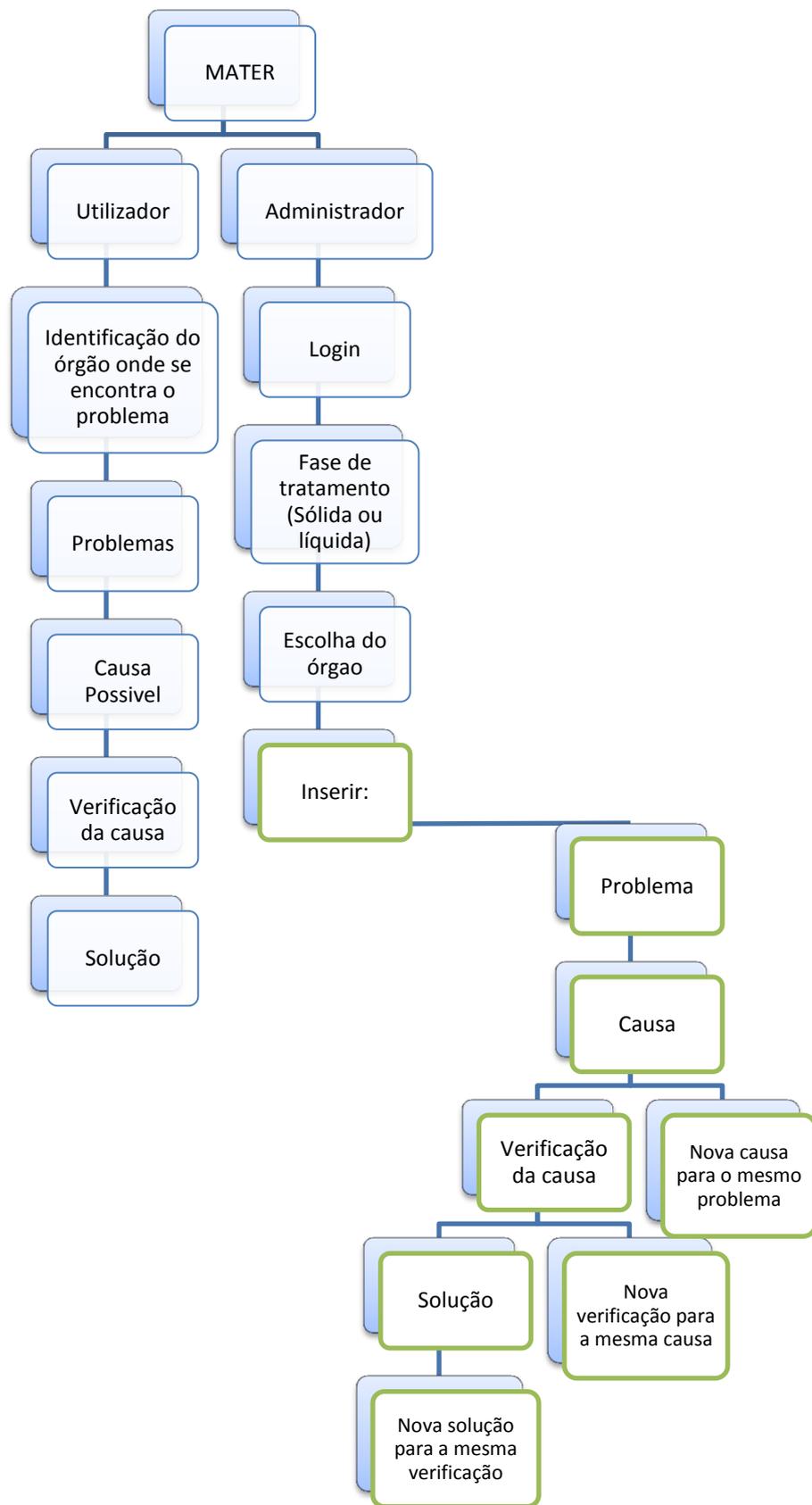



Figura 4.1.3.31- Organização estrutural do sistema de apoio (MATER)

4.2. Apresentação do programa

4.2.1 Via utilizador

1. Após abertura do programa o utilizador clica sobre o botão que indica "*Inicio*".

Figura 4.2.1 - Janela Inicial MATER

2. Depois de selecionar o órgão pretendido, clique sobre o botão que indica "Pesquisar".

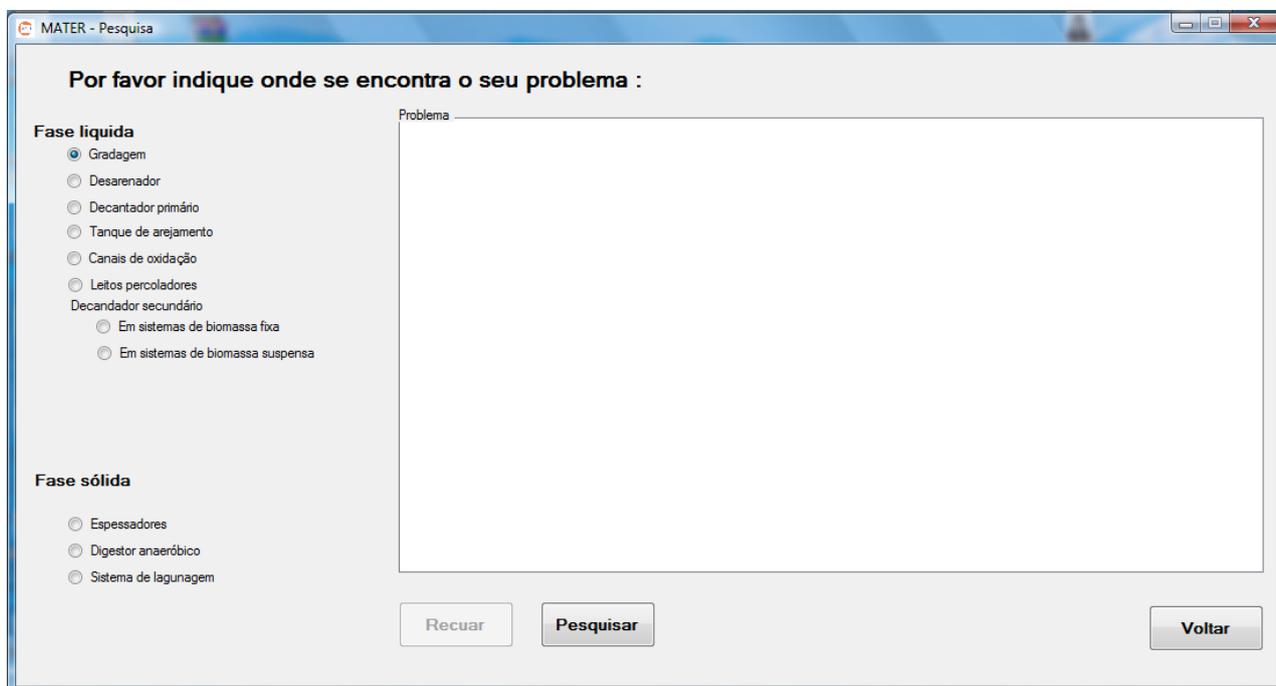



Figura 4.2.2 - Escolha do órgão de tratamento

3. O programa apresenta uma lista de possíveis problemas. O utilizador, através do cursor do rato, seleciona sobre o texto o problema que lhe pareça ser o causador da anomalia.

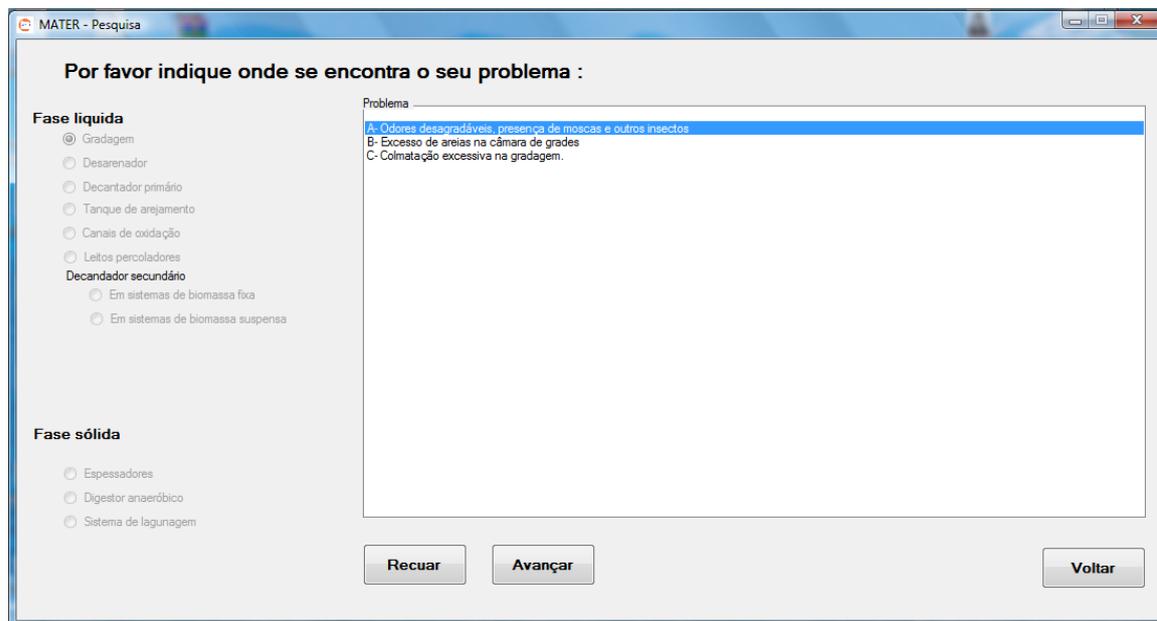



Figura 4.2.3 - Escolha do problema operacional

4. O utilizador, da mesma forma que selecionou o problema, terá de selecionar uma possível causa. Após essa seleção o programa apresentará a forma de verificar se realmente é a causa que foi selecionada. Após fazer a verificação indicada no programa, o utilizador deverá clicar sobre a causa. Caso após verificação, o utilizador verifique que a causa selecionada não é a verificada deverá clicar sobre o botão "*Recuar*" para ir para campo onde se encontrava anteriormente.

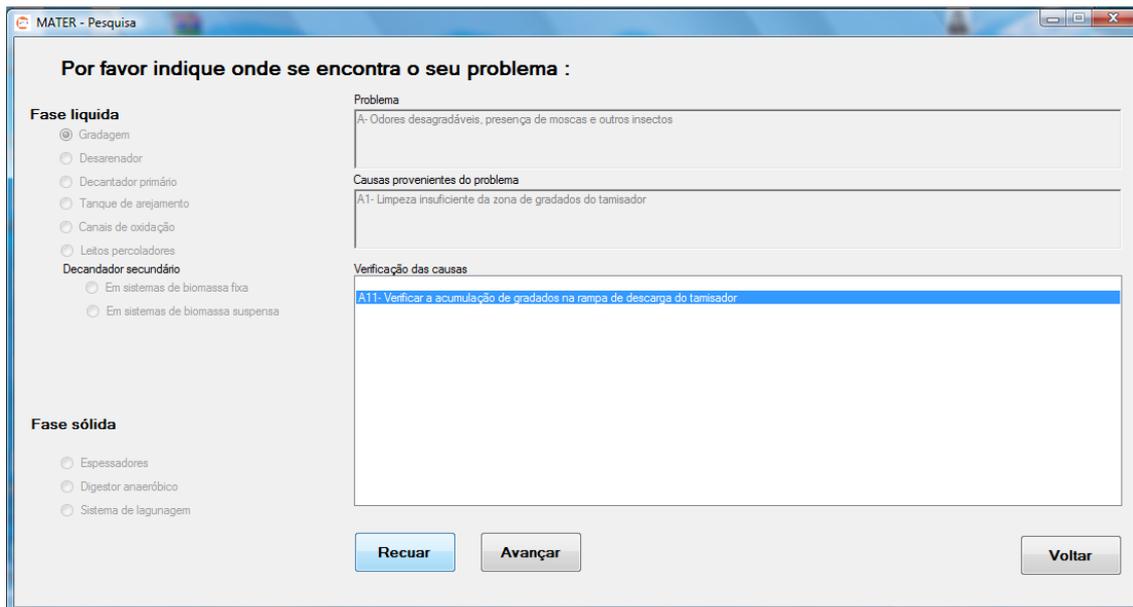



Figura 4.2.4 -Escolha da causa e da verificação da causa, assim como opção "Recuar"

5. Por fim, o programa indicará uma lista de possíveis soluções ao seu problema.

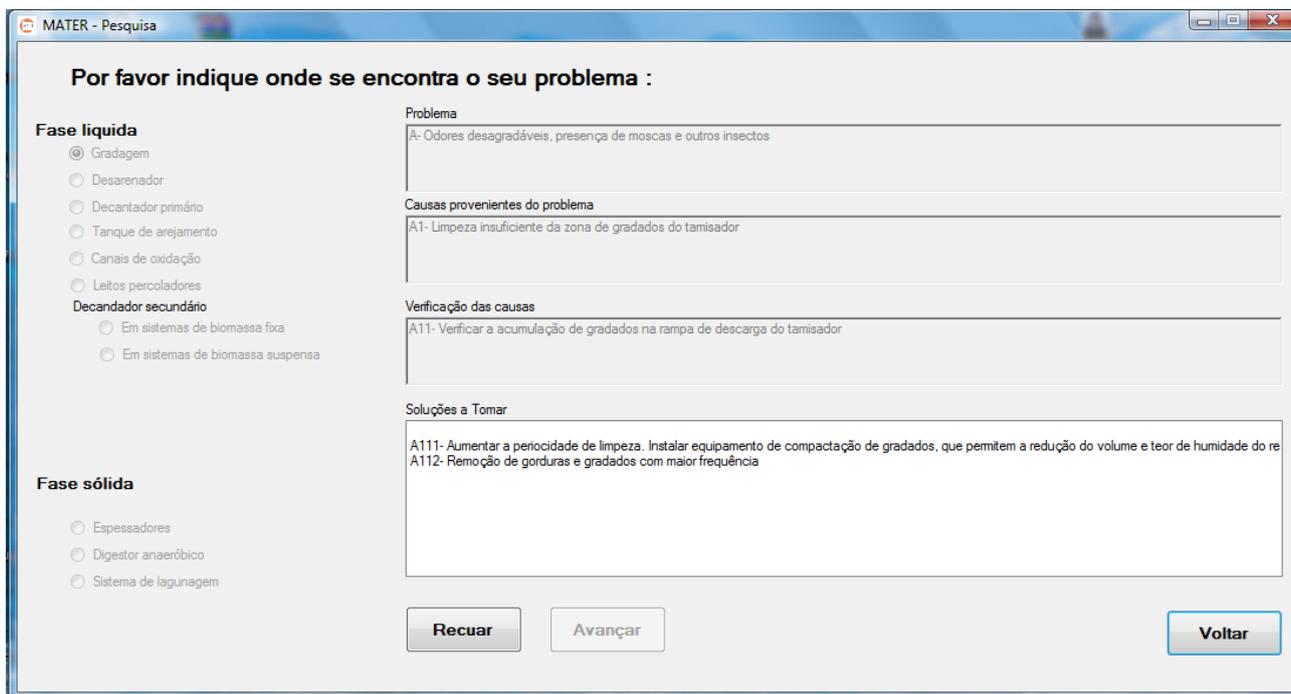



Figura 4.2.5 -Apresentação da lista de soluções

4.2.2 Via administrador

1. O administrador tem de clicar em "*Ficheiro*" + "*Administrador*" e efetuar a autenticação para aceder à base de dados do programa.

Figura 4.2.6 - Identificação do Administrador

2. O administrador terá uma base de dados simples de ser atualizada. Após realizar o *login* o administrador deverá escolher uma das quatro seleções possíveis, como podemos ver na figura 4.8
   i. Novo Problema: onde o administrador irá inserir um novo problema operativo, a causa, a verificação e a solução ao mesmo;
   ii. Consultar e Eliminar: se for identificado um problema que não foi bem inserido, ou que já não deve pertencer à base de dados, o administrador deve selecionar esta opção;
   iii. Alterar dados do utilizador: caso pretenda mudar o nome e a palavra pass de acesso do administrador.
   iv. Voltar: caso pretenda voltar à página inicial apresentada pela figura 4.2.

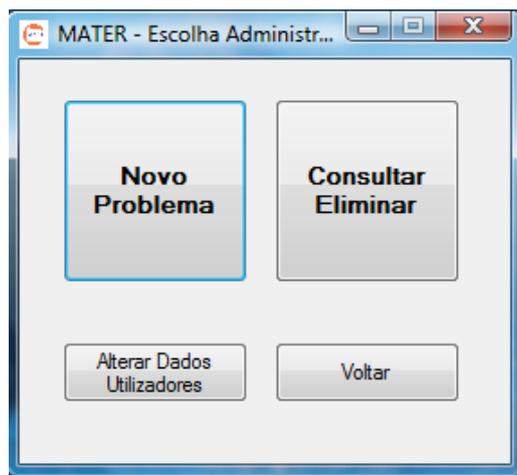



Figura 4.2.7 -Opções possíveis ao administrador

3. Caso o administrador selecione "*Novo problema*", irá aparecer a janela como podemos ver na figura 4.2.8, onde terá de selecionar a fase de tratamento que pretende atualizar. De seguida aparecerá a janela da figura 4.2.9 em que o administrador escolhe o órgão que pretende atualizar, inserindo o problema, causa, verificação da causa e por fim a solução. Se o administrador pretenda inserir mais que uma causa, verificação ou solução, apenas clica sobre o botão Criar nova causa, verificação ou solução para o mesmo problema.

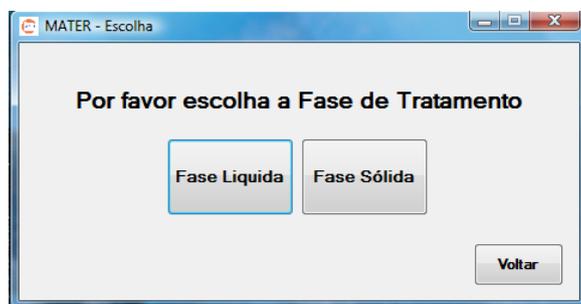



Figura 4.2.8- Escolha da fase de tratamento que pretende atualizar

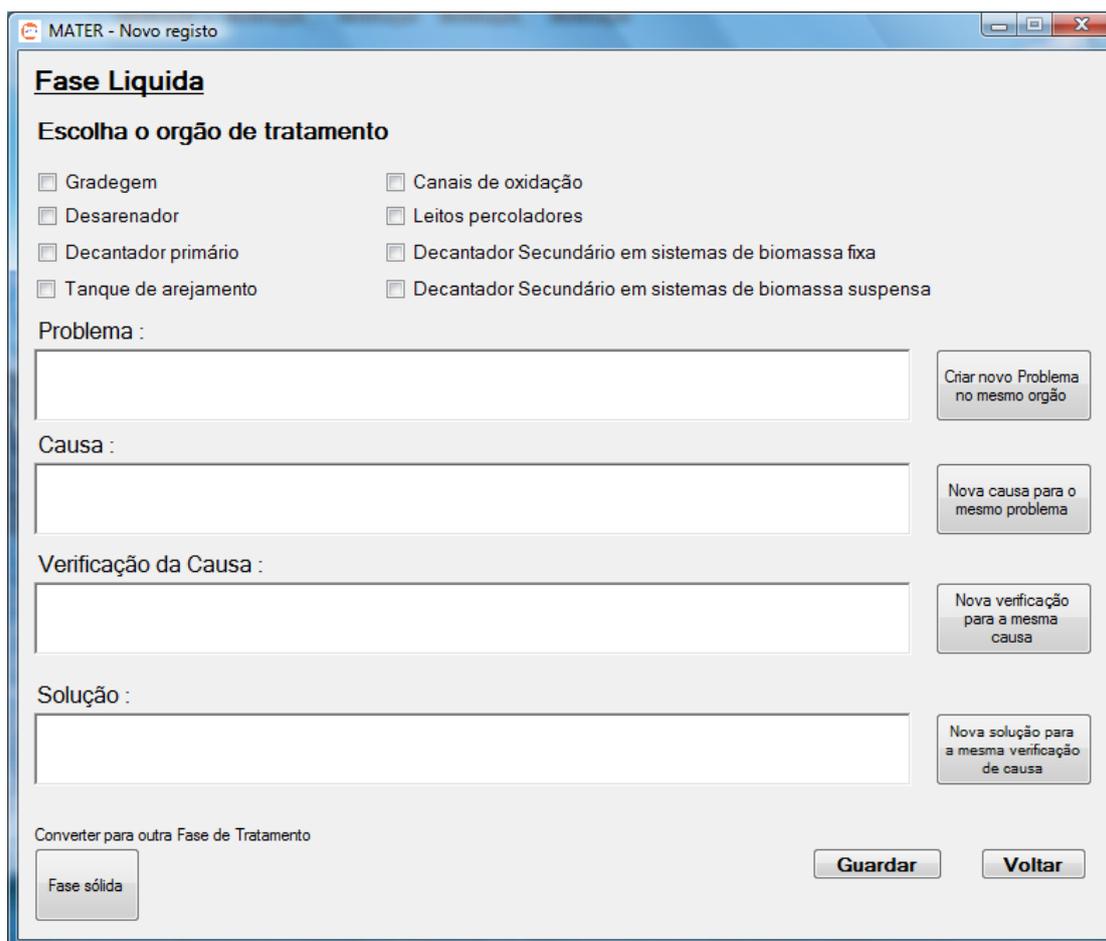



Figura 4.2.9 -Atualização da base de dados - fase líquida

Se o administrador pretender inserir mais que uma solução, para a mesma verificação clica sobre o botão “Nova solução para a mesma verificação”, assim como para inserir uma nova verificação, que apresenta uma nova solução, para a mesma causa terá de usar a opção “Nova verificação para a mesma causa” e assim consequentemente. O programa, ao ser escolhida uma das opções, bloqueia os campos acima já preenchidas como podemos ver na figura 4.2.10.

Figura 4.2.10 - Introdução de uma nova solução para a mesma causa

Também existe a opção "*Guarda*r" que deve ser utilizada quando o problema não tem mais nenhuma causa, verificação e solução a ser inserida na base de dados. Além disso, caso pretenda voltar para o menu anterior tem a opção "*Voltar*". O administrador pode ainda trocar de fase, caso pretenda passar a fazer a atualização da fase sólida ou da fase liquida através do botão "*Fase sólida*", em que se estiver a atualizar a fase sólida este aparecerá como "*Fase líquida*".

4. Tal como acontece para a fase líquida, o processo é exatamente o mesmo para a fase sólida, como podemos ver pela figura 4.2.11.

Figura 4.2.11 -Atualização da base de dados - fase sólida

5. Caso pretenda consultar a base de dados, ao administrador clica sobre o botão "Consultar/ Eliminar", e terá uma lista como mostra a figura 4.2.12. Se pretender eliminar algum registo tem a opção eliminar registo onde terá de identificar o ID do mesmo e proceder à sua eliminação, como indica a figura 4.2.13.

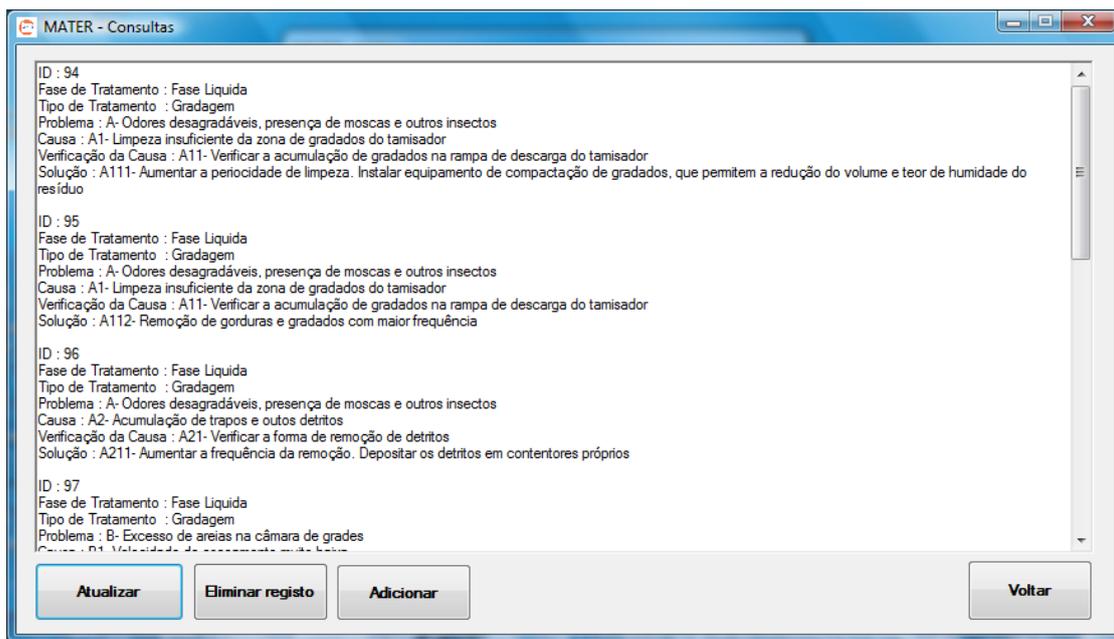



Figura 4.2.12 - Consulta da base de dados

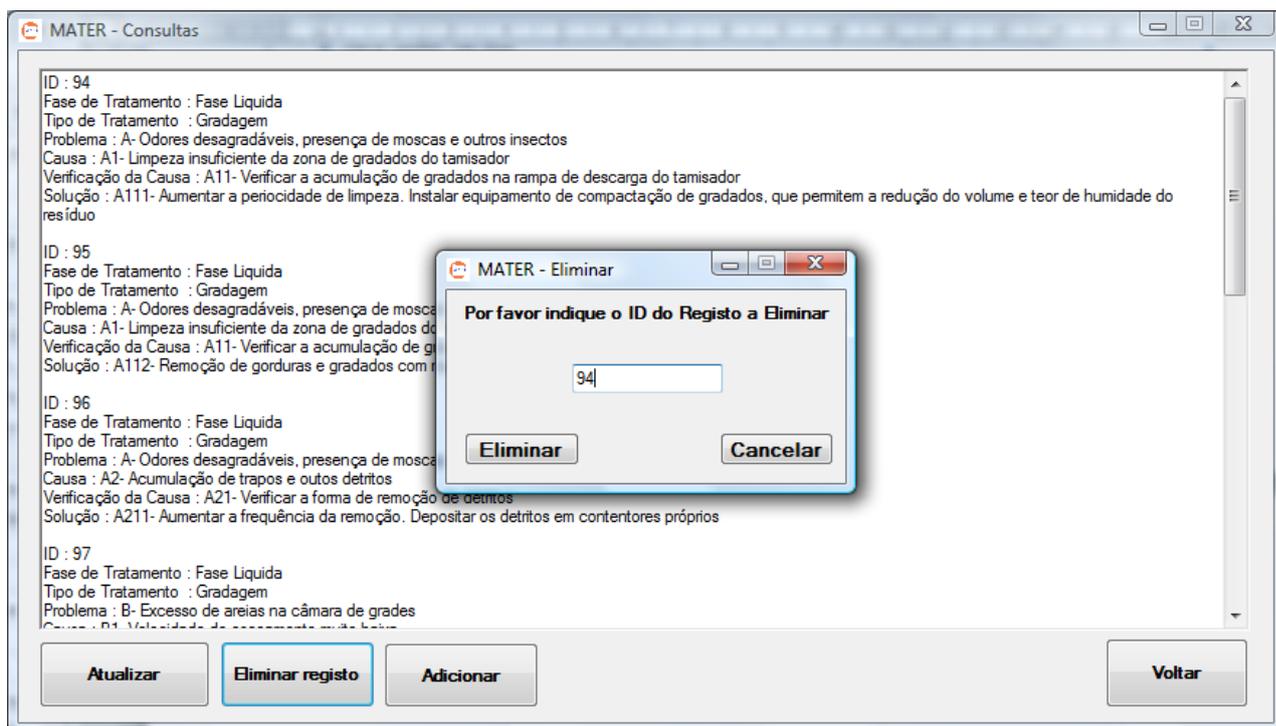



Figura 4.2.13 - Exemplo de eliminação do um registo

5. CONCLUSÕES E DESENVOLVIENTOS FUTUROS

Devido às particulares condições do afluente a tratar, mas também devido a problemas operacionais, as ETAR podem apresentar diversas anomalias que colocam em causa o correto funcionamento da estação e, por conseguinte, impossibilitam o cumprimento da sua principal função: garantir a qualidade do efluente final da ETAR.

Atualmente, as entidades gestoras, que têm como função garantir o cumprimento das metas de qualidade estabelecidas, deparam-se com dificuldades na obtenção da informação que permitam a resolução rápida e eficaz dos problemas operacionais encontrados.

No seguimento das dificuldades na obtenção de informação, as entidades gestoras não têm outro tipo de busca para problemas operacionais, a não ser os manuais de utilização fornecidos pelas empresas responsáveis pela construção e funcionamento da estação de tratamento. Esta falha do sistema foca a importância na conceção de um sistema de apoio à exploração, que seja de fácil acesso e permita uma rápida consulta pelas entidades gestoras.

A conceção de um sistema de apoio às entidades gestoras de ETAR é um processo bastante complexo. Este tem como base dados relativos a problemas operacionais verificados nas estações de tratamento e as soluções adotadas, que sendo particulares de cada estação, tornou-se um entrave na recolha inicial dos dados, através de uma visita. De forma a contornar o fator de confidencialidade foi executado um inquérito via *online*, tornando-se, assim, uma mais valia para este trabalho de investigação, uma vez que possibilitou a atualização da base de dados inicial.

No que concerne ao trabalho de pesquisa bibliográfica, esta fase do trabalho de investigação foi crucial para a recolha e posterior cruzamento de informação com os dados obtidos através da elaboração do inquérito.

A elaboração da presente dissertação de Mestrado pretendeu contribuir, de forma inovadora, para a melhoria na análise de problemas operacionais que possam surgir nas estações de tratamento, diminuindo, assim, o tempo de reação.

O software desenvolvido tem como ponto forte a procura de soluções, de forma rápida e eficaz, tentando evitar danos colaterais que os problemas operacionais possam causar nas estações de tratamento.

Baseado nos resultados obtidos neste trabalho, desenvolvimentos futuros podem ser feitos seguindo as seguintes diretrizes:

- Adicionar a informação relativa à fase sólida do tratamento das ETAR através da realização de um inquérito *online* confidencial;
- Proceder à constante atualização teórica da base de dados do sistema de apoio e posterior complemento do próprio sistema;
- Proceder a uma atualização prática da base de dados através de um acompanhamento contante de uma ETAR, testando, assim, novas soluções;
- Colocação do sistema de apoio, no contexto prático, de forma a verificar a sua aplicabilidade perante uma anomalia e encontrar possíveis lacunas.

O sistema de apoio concebido é um sistema unidirecional, isto é, uma vez verificada uma anomalia, este apenas nos identifica possíveis soluções de correção. Sendo assim, como trabalho futuro, seria bastante interessante complementar o sistema de apoio tornando-o num sistema bidirecional. Este novo sistema não se limitará apenas em mostrar a solução relativa à anomalia, mas também contabilizará o aumento do número de ocorrências da mesma, efetuando, assim, uma análise interna de possíveis causas, uma vez que a anomalia foi já introduzida várias vezes no sistema. Uma vez verificada a causa da constante anomalia é possível encontrar medidas de prevenção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA Pedro Dias (1991). Os parâmetros de controlo de ETAR. In *Seminário sobre ETAR – Implicações da adopção da Directiva Comunitária Relativa ao Tratamento de Águas Residuais Urbanas.* 12 e 13 de Março. Lisboa.

ANTUNES Rosa Maria Vieira (2006). *Contribuição para o Estudo de Odores em Estações de Tratamento de Águas Residuais*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Sanitária. Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa. Lisboa.

BRAZ Ana Inês de Matos Domingos (2010). *Comparação de métodos de identificação de bactérias floculentas presentes em ETAR.* Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Engenharia do ambiente, Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade Nova de Lisboa. Lisboa.

CORREIA, Venceslau. *O Tratamento de Águas Residuais – Tecnologias e Processos Convencionais.* Centro de Energia e Tecnologia, LDA. Estoril, 1997.

CULP, Gordon L., HIEM, Nancy Folks. *Field Manual for Performance Evaluation and Troubleshooting at Municipal Wastewater Treatment Facilities.* Environmetal Protection Agency Office of Water Program Operations, Washington DC, 1878.

Decreto -Lei n.º 152/97, de 19 de Junho, Normas de qualidade a que as águas superficiais devem obedecer, em função dos respectivos usos.

Decreto-Lei n.º236/98, de 7 de Março. Normas, critérios e objectivos de qualidade com a finalidade de proteger o meio aquático e melhorar a qualidade das águas em função dos seus principais usos.

Directiva 91/271/CEE do Conselho, de 21 de Maio de 1991, relativa ao tratamento de águas residuais urbanas

HORAN, N.J. *Biological Wastwater Treatment Sistems –Theory and operation*. Department of Civil Engineering, University of Leeds, Leeds. U.K. 1991. ISBN 0 471 92258 7

INSAAR, Instituto Nacional de Sistemas de Abastecimento de Águas e de Águas Residuais. (2010). Relatório do Estado do Abastecimento de Águas e da Drenagem e Tratamento de Águas Residuais. Intituto da Água, IP .

LEVY, J.Q. (1991). Métodos Expeditos para o Controlo de ETAR. In *International Conference on Science, Policy & Engeneering*, 15-19 de Abril. Lisboa.

LEVY, João de Quinhones, SANTIAGO, José dos Santos, SALLES, Fernando Barros. *Exploração de Estações de Tratamento de Água Residuais.* Volume II, Instituto Superior Técnico, Departamento de Engenharia Civil, Lisboa.

MATOS, Rafaela; CARDOSO, Adriana; ASHLEY, Richard; DUARTE, Patrícia; MOLINARI, Alejo; SCHULZ, Andreas. *Indicadores de desempenho para serviços de águas residuais- Série GUIAS TÉCNICOS 2.* Instituto Regulador de Águas e Resíduos e Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 2004. ISBN 972-99354-3-2

MATOS José Saldanha, GALVÃO Ana. O desafio da sustentabilidade em pequenos sistema de saneamento em Portugal. *Águas & Resíduos* série II. nº 5/6. Maio a Dezembro de 2004.

MARTINS, M. J., MOTA, M., LIMA, N. (2002). A Importânica da Microfauna como Ferramenta de Trabalho em Estações de Tratamento de Águas Residuais. In *Encontro Nacional de Saneamento Básico, Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*. Braga.

METCALF & EDDY. *Wastewater Engineering – Treatment Disposal Reuse.* McGraw – Hill International Editions, Civil Engineering Series, 3rd ED., 1991. ISBN 0 07 041690 7

MIJARES, G. Rivas. *Tratamiento de Aguas Residuales,* Ediciones Verga. 2º ED, Madrid, 1978. ISBN 84 499 2017 5

MYERS, Stephen D., AASGAARD, Gunnar Fr., RATNAWEERA, Harsha. *Sistema de* Águas Residuais Urbanas – Um guia para não especialistas. The European Water Association (EWA), Hennef, e Associação Portuguesa para Estudos de Saneamento Básico (APESB),Lisboa, 1998. ISSN 972-95302-3-8

Programa Nacional de Tratamento de Águas Residuais Urbanas. *Curso sobre Exploração de Estações de Tratamento de Águas Residuais- Vol. 1.* Secretaria de Estado dos Recursos Naturais, Instituto da Águas – Ministério do Ambiente.

Programa Nacional de Tratamento de Águas Residuais Urbanas. *Curso sobre Exploração de Estações de Tratamento de Águas Residuais- Vol. 2.* Secretaria de Estado dos Recursos Naturais, Instituto da Águas – Ministério do Ambiente.

RIBEIRO, V. (2002), *Avaliação e Controlo de Riscos Método das Matrizes,* FΔctor Segurança empresa de formação, São Mamede Infesta.

SAMPAIO Carla Sofia Pires de Carvalho Oliveira Silva de Sá-Carneiro (2000) *Aplicação de Modelos de Gestão Integrada na Exploração de Sistemas de Drenagem e Tratamento de Águas Residuais.* Dissertação de Mestrado em Engenharia do Ambiente ramo de Tratamento de Águas e Águas Residuais, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Porto.

VIEIRA, José Manuel; MORAIS, Carla; ALEXANDRA, Cecília; CASIMIRO, Regina. *Plano de segurança para consumo em sistemas públicos de abastecimento- Série GUIAS TÉCNICOS 7.* Instituto Regulador de Águas e Resíduos e Universidade do Minho, 2005. ISBN 972-99354-5-9

VIEIRA Paula, QUADROS Silvia, PIMENTEL Flávio, ROSA Maria J., ALEGRE Helena. (2006). Estações de Tratamento de Águas e de Águas Residuais: Caracterização da Situção Nacional. In *12º Encontro Nacional de Saneamento Básico*, 24-27 de Outubro. Cascais.

http://www.inag.pt/index.php?searchword=INSAAR&option=com_search (A 9 de Janeiro de 2012)

ANEXOS

Anexo I – Formulário do inquérito *online* e respectivos resultados

Sistema de Apoio às Entidades Gestoras de ETAR

Com a resposta ao questionário do Inquérito a seguir apresentado, solicita-se a vossa colaboração e precioso contributo para a elaboração dum Manual Digital de Apoio à Exploração de ETAR (a realizar no âmbito duma dissertação de mestrado do Dep. Eng.ª Civil da Universidade do Minho, que visa dois objectivos:

I. Compilação de possíveis soluções para problemas operacionais que podem ocorrer nos principais órgãos de tratamento das ETAR.
II. Avaliação de riscos dos problemas identificados.

Nas tabelas seguintes deste questionário, deverá atribuir um grau de severidade (na qualidade final do efluente) e um grau de frequência para cada um dos problemas operacionais apresentados, ambos numa escala de 1 a 5.

Escala de Severidade / Descrição

1. Insignificante
2. Pequena
3. Moderada
4. Elevada
5. Muito elevada

Escala de Frequência / Descrição

1. Pode ocorrer em situações excepcionais (1 vez em 10 anos)
2. ´Pode ocorrer 1 vez por ano
3. Vai ocorrer provavelmente 1 vez por mês
4. Vai acontecer provavelmente 1 vez por semana
5. Espera-se que ocorra 1 vez por dia

Desde já expresso o meu profundo agradecimento pela sua preciosa colaboração.

Cordiais Cumprimento

Isabel Rodrigues

isabel.ms.rodrigues@gmail.com

Tempo estimado para a realização do inquérito: 15 minutos

IDENTIFICAÇÃO

* Obrigatório

Área de actuação do entrevistado*

- Ensino e Investigação
- Gestor de ETAR
- Operador de ETAR

GRADAGEM

A- Odores desagradáveis, presença de moscas e outros insectos

	1	2	3	4	5
Severidade					
Frequência					

Causas Possíveis

- A1 - Acumulação de trapos e outros detritos
- A2 - Limpeza insuficiente da zona de gradados do tamisador
- Outra:

Solução

Deverá utilizar esta secção para dar o seu contributo na identificação de soluções já testadas

B- Excesso de areias na câmara de grades

	1	2	3	4	5
Severidade	○	○	○	○	○
Frequência	○	○	○	○	○

Causas Possíveis

- ☐ B1- Irregularidades no fundo do canal
- ☐ B2- Velocidade de escoamento muito baixa
- ☐ Outra:

Solução

Deverá utilizar esta secção para dar o seu contributo na identificação de soluções já testadas

C- Colmatação excessiva nas gradagens

	1	2	3	4	5
Severidade	○	○	○	○	○
Frequência	○	○	○	○	○

Causas Possíveis

- ☐ C1- Quantidade invulgar de detritos nos esgotos
- ☐ C2 - Afluência indevida de águas pluviais
- ☐ Outra:

Solução

Deverá utilizar esta secção para dar o seu contributo na identificação de soluções já testadas

DESARENADOR / DESENGORDURADOR

A- Odores e areias removidas de cor cinzenta

	1	2	3	4	5
Severidade	○	○	○	○	○
Frequência	○	○	○	○	○

Causas Possíveis

- [ ] A1-Formação de ácido sulfídrico
- [ ] A2-Detritos orgânicos submersos
- [ ] A3-Presença de matéria orgânica no efluente
- [ ] Outra:

Solução

Deverá utilizar esta secção para dar o seu contributo na identificação de soluções já testadas

B- Reduzida turbulência no desarenador com insuflação de ar

	1	2	3	4	5
Severidade	○	○	○	○	○
Frequência	○	○	○	○	○

Causas Possíveis

- [ ] B1 - Sistema de injecção de ar inadequada
- [ ] B2-Difusores cobertos por detritos
- [ ] Outra:

Solução

Deverá utilizar esta secção para dar o seu contributo na identificação de soluções já testadas

C- Eficácia na remoção de areias fraca

	1	2	3	4	5
Severidade	○	○	○	○	○
Frequência	○	○	○	○	○

Causas Possíveis

- ☐ C1-Velocidade excessiva em desarenadores em canal
- ☐ C2-Arejamento excessivo em desarenadores com insuflação de ar
- ☐ C3- Velocidade de escoamento excessiva
- ☐ C4- Equipamento de remoção de areias a funcionar em ciclos demasiado curtos
- ☐ Outra:

Solução

Deverá utilizar esta secção para dar o seu contributo na identificação de soluções já testadas

D- Deficiência na remoção de areias decantadas

	1	2	3	4	5
Severidade	○	○	○	○	○
Frequência	○	○	○	○	○

Causas Possíveis

- ☐ D1-Sobrepressão na bombagem
- ☐ Outra:

Solução

Deverá utilizar esta secção para dar o seu contributo na identificação de soluções já testadas

E- Presença de bolhas gasosas no sobrenadante

	1	2	3	4	5
Severidade	○	○	○	○	○
Frequência	○	○	○	○	○

Causas Possíveis

- ☐ E1-Lamas no fundo ca câmara de areias
- ☐ E2-Eventual descarga de detergentes.
- ☐ Outra:

Solução

Deverá utilizar esta secção para dar o seu contributo na identificação de soluções já testadas

F- Anomalia na remoção de gorduras

F- Anomalia na remoção de gorduras

	1	2	3	4	5
Severidade	○	○	○	○	○
Frequência	○	○	○	○	○

Causas Possíveis

- ☐ F1-Quantidade invulgar de gorduras
- ☐ F2-Avaria na ponte raspadora
- ☐ Outra:

Solução

Deverá utilizar esta secção para dar o seu contributo na identificação de soluções já testadas

DECANTADOR PRIMÁRIO

A- Presença de lamas à superfície do decantador

	1	2	3	4	5
Severidade	○	○	○	○	○
Frequência	○	○	○	○	○

Causas Possíveis

- ☐ A1-Remoção de lamas incorrecta
- ☐ A2-Raspadores gastos ou danificados
- ☐ A3-Pré-tratamento inadequado das águas residuais industriais orgânicas
- ☐ Outra:

Solução

Deverá utilizar esta secção para dar o seu contributo na identificação de soluções já testadas

B- Excesso de escumas

	1	2	3	4	5
Severidade	○	○	○	○	○
Frequência	○	○	○	○	○

Causas Possíveis

- ☐ B1-Frequência de remoção de escumas inadequada
- ☐ B2-Afluência significativa de esgotos industriais
- ☐ Outra:

Solução

Deverá utilizar esta secção para dar o seu contributo na identificação de soluções já testadas

C- Dificuldade em remover lamas sedimentadas

	1	2	3	4	5
Severidade	○	○	○	○	○
Frequência	○	○	○	○	○

Causas Possíveis

- ☐ C1- Avaria ou mau funcionamento do raspador de fundo
- ☐ C2- Condutas colmatadas ou avaria da bomba
- ☐ Outra:

Solução

Deverá utilizar esta secção para dar o seu contributo na identificação de soluções já testadas

D- Baixo teor de sólidos nas lamas do decantador

	1	2	3	4	5
Severidade	○	○	○	○	○
Frequência	○	○	○	○	○

Causas Possíveis

- ☐ D1- Taxa de aplicação superficial alta
- ☐ D2- Curto circuito hidráulico nos decantadores
- ☐ D3- Baixo tempo de retenção
- ☐ Outra: ______

Solução

Deverá utilizar esta secção para dar o seu contributo na identificação de soluções já testadas

E- Excesso de matéria orgânica nas lamas decantadas

	1	2	3	4	5
Severidade	○	○	○	○	○
Frequência	○	○	○	○	○

Causas Possíveis

- ☐ E1-Velocidade de escoamento muito baixa
- ☐ Outra: ______

Solução

Deverá utilizar esta secção para dar o seu contributo na identificação de soluções já testadas

F- Distribuição não uniforme do caudal no descarregador lateral

	1	2	3	4	5
Severidade	○	○	○	○	○
Frequência	○	○	○	○	○

Causas Possíveis

- [ ] F1-Acumulação de detritos
- [ ] F2- Crescimento excessivo de algas nas paredes dos descarregadores
- [ ] F3- Descarregadores mal nivelados
- [ ] Outra:

Solução

Deverá utilizar esta secção para dar o seu contributo na identificação de soluções já testadas

TANQUE DE AREJAMENTO

A- Escumas castanhas sobre a superfície do tanque de arejamento que não de desfaz com uma simples rega superficial e presença de odores.

	1	2	3	4	5
Severidade	○	○	○	○	○
Frequência	○	○	○	○	○

Causas Possíveis

- [ ] A1- Elevada idade das lamas.
- [ ] A2- Baixos teores de oxigénio devido ao fraco arejamento
- [ ] A3-Desenvolvimento de condições anaeróbias no tanque de arejamento
- [ ] A4-Concentração de SST superior à normal.
- [ ] A5-Baixo pH
- [ ] A6- Baixo tempo de retenção hidráulico
- [ ] A7- Distribuição de caudal pelos tanques não é uniforme
- [ ] Outra:

Solução

Deverá utilizar esta secção para dar o seu contributo na identificação de soluções já testadas

B- Presença não uniforme de bolhas de ar no arejamento.

	1	2	3	4	5
Severidade	○	○	○	○	○
Frequência	○	○	○	○	○

Causas Possíveis

- ☐ B1-Difusores obstruídos
- ☐ B2- Bomba de injecção de ar avariada
- ☐ Outra:

Solução

Deverá utilizar esta secção para dar o seu contributo na identificação de soluções já testadas

C- A concentração de lamas recirculadas é baixa.

	1	2	3	4	5
Severidade	○	○	○	○	○
Frequência	○	○	○	○	○

Causas Possíveis

- ☐ C1-Razão de recirculação de lamas muito elevada
- ☐ C2-Crescimento de organismos filamentosos como actinomicetos
- ☐ Outra:

Solução

Deverá utilizar esta secção para dar o seu contributo na identificação de soluções já testadas

D- Existência de locais no tanque de arejamento com baixa agitação.

	1	2	3	4	5
Severidade	○	○	○	○	○
Frequência	○	○	○	○	○

Causas Possíveis

- ☐ D1-Difusores obstruídos
- ☐ D2-Sub-arejamento resultando baixo OD e/ou odores sépticos
- ☐ D3- Falta ou avaria no sistema de agitação
- ☐ Outra: ____

Solução

Deverá utilizar esta secção para dar o seu contributo na identificação de soluções já testadas

____

E- Grande turbulência à superfície do tanque de arejamento, com presença de bolhas de ar.

	1	2	3	4	5
Severidade	○	○	○	○	○
Frequência	○	○	○	○	○

Causas Possíveis

- ☐ E1- Excesso de arejamento dando origem a elevado OD e à destruição dos flocos
- ☐ E2-Alguns difusores obstruídos
- ☐ E3-Insuficiente ou inadequada transferência de oxigénio
- ☐ E4-Elevada carga orgânica (CBO, CQO, sólidos suspensos)
- ☐ Outra: ____

Solução

Deverá utilizar esta secção para dar o seu contributo na identificação de soluções já testadas

____

F- Espumas brancas, espessas e alguma ondulação na superfície do tanque de arejamento.

	1	2	3	4	5
Severidade	○	○	○	○	○
Frequência	○	○	○	○	○

Causas Possíveis

- [ ] H1-Baixa concentração em SST no tanque.
- [ ] H2-Perda significativa de sólidos no processo; baixa concentração de SSV no tanque de arejamento
- [ ] H3-Esgoto tóxico, presença de metais pesados ou bactericidas.
- [ ] H4-Temperaturas do esgoto muito baixas ou variações bruscas de temperatura.
- [ ] Outra: ____

Solução

Deverá utilizar esta secção para dar o seu contributo na identificação de soluções já testadas

____

CANAIS DE OXIDAÇÃO

A- Escumas escuras sobre a superfície do canal que não se desfaz com uma rega superficial e presença de odores.

	1	2	3	4	5
Severidade	○	○	○	○	○
Frequência	○	○	○	○	○

Causas Possíveis

- [ ] A1- Idade das lamas muito elevada. Concentração de SST superior à normal. Diminuição do pH.
- [ ] A2- Baixos teores de oxigénio devido ao fraco arejamento
- [ ] A3-Desenvolvimento de condições anaeróbias no tanque de arejamento
- [ ] Outra: ____

Solução

Deverá utilizar esta secção para dar o seu contributo na identificação de soluções já testadas

B- Pontos mortos no canal de oxidação. Falta de agitação em determinadas áreas do canal.

	1	2	3	4	5
Severidade	○	○	○	○	○
Frequência	○	○	○	○	○

Causas Possíveis

- [ ] B1-Difusores obstruídos
- [ ] B2-Sub-arejamento resultando baixo OD e/ou odores sépticos
- [ ] Outra:

Solução

Deverá utilizar esta secção para dar o seu contributo na identificação de soluções já testadas

C- Grande turbulência à superfície do canal. Bolhas de ar grossas.

	1	2	3	4	5
Severidade	○	○	○	○	○
Frequência	○	○	○	○	○

Causas Possíveis

- [ ] C1- Sobre-arejamento dando origem a elevado OD e à destruição dos flocos
- [ ] C2- Alguns difusores obstruídos
- [ ] C3- Insuficiente ou inadequada transferência de oxigénio
- [ ] C4- Elevada carga orgânica (CBO, CQO, sólidos suspensos)
- [ ] Outra:

Solução

Deverá utilizar esta secção para dar o seu contributo na identificação de soluções já testadas

D- Espumas brancas, espessas e alguma ondulação na superfície do canal de oxidação

	1	2	3	4	5
Severidade	○	○	○	○	○
Frequência	○	○	○	○	○

Causas Possíveis

- ☐ D1- Baixa concentração em SST no canal.
- ☐ D2- Perda significativa de sólidos no processo; baixa concentração de SSV no tanque de arejamento
- ☐ D3- Esgoto tóxico, presença de metais pesados ou substâncias bactericidas. Temperaturas do esgoto muito baixas ou variações bruscas de temperatura.
- ☐ Outra: ____

Solução

Deverá utilizar esta secção para dar o seu contributo na identificação de soluções já testadas

____

LEITOS PERCOLADORES

A- Presença de água na superfície do leito percolador.

	1	2	3	4	5
Severidade	○	○	○	○	○
Frequência	○	○	○	○	○

Causas Possíveis

- [ ] A1-Granulometria do meio de enchimento muito pequena e não uniforme
- [ ] A2-Filme biológico destruído devido a temperaturas extremas.
- [ ] A3-Decantação primária ineficiente
- [ ] A4-Excessiva carga orgânica
- [ ] A5-Acumulação de detritos à superfície do leito
- [ ] A6-Presença de caracóis, musgo, baratas
- [ ] A7-Excessivo crescimento biológico
- [ ] Outra:

Solução

Deverá utilizar esta secção para dar o seu contributo na identificação de soluções já testadas

B- Presença de insectos e larvas no filme biológico.

	1	2	3	4	5
Severidade	○	○	○	○	○
Frequência	○	○	○	○	○

Causas Possíveis

- [ ] B1-Má distribuição do filme biológico, especialmente junto das paredes
- [ ] B2-Carga hidráulica insuficiente para remover os ovos e larvas de insectos do leito percolador
- [ ] B3-Excessivo crescimento biológico
- [ ] B4-Terrenos envolventes permitem a reprodução de moscas
- [ ] Outra:

Solução

Deverá utilizar esta secção para dar o seu contributo na identificação de soluções já testadas

C- Odores.

	1	2	3	4	5
Severidade	○	○	○	○	○
Frequência	○	○	○	○	○

Causas Possíveis

- [ ] C1-Excessiva carga orgânica.
- [ ] C2-Insuficiente ventilação
- [ ] C3-Exploração deficiente
- [ ] C4-Afluente ao percolador em condições sépticas
- [ ] C5- Presença de esgoto industrial
- [ ] Outra:

Solução

Deverá utilizar esta secção para dar o seu contributo na identificação de soluções já testadas

D- Elevada concentração de sólidos suspensos no efluente do decantador secundário.

	1	2	3	4	5
Severidade	○	○	○	○	○
Frequência	○	○	○	○	○

Causas Possíveis

- [ ] D1-Desprendimento excessivo do filme biológico do leito percolador
- [ ] D2-Desnitrificação no decantador secundário
- [ ] D3-Sobrecarga hidráulica no decantador secundário
- [ ] D4-Mau funcionamento do equipamento instalado no decantador secundário
- [ ] Outra:

Solução

Deverá utilizar esta secção para dar o seu contributo na identificação de soluções já testadas

E- Distribuição não uniforme sobre a superfície do leito percolador.

	1	2	3	4	5
Sevevridade	○	○	○	○	○
Frequência	○	○	○	○	○

Causas Possíveis

- ☐ E1-Obstrução de parte dos orifícios do distribuidor rotativo
- ☐ E2-Perda de água através dos vedantes
- ☐ E3-Condições atmosféricas. Baixas temperaturas
- ☐ E4-Distribuição desigual de água durante o tempo em que ocorre a formação de gelo
- ☐ Outra: ______

Solução

Deverá utilizar esta secção para dar o seu contributo na identificação de soluções já testadas

______

DECANTADOR SECUNDÁRIO – EM SISTEMA COM BIOMASSA FIXA

A- Distribuição não uniforme do caudal nos descarregadores.

	1	2	3	4	5
Severidade	○	○	○	○	○
Frequência	○	○	○	○	○

Causas Possíveis

- ☐ A1-Acumulação de sólidos e/ou crescimento de plantas aquáticas nos descarregadores
- ☐ A2-Desenvolvimento de algas nos descarregadores
- ☐ Outra: ______

Solução

Deverá utilizar esta secção para dar o seu contributo na identificação de soluções já testadas

______

B- Deficiente remoção de lamas decantadas.

	1	2	3	4	5
Severidade	○	○	○	○	○
Frequência	○	○	○	○	○

Causas Possíveis

- ☐ B1-Lamas muito espessas e densas
- ☐ B2-Baixa velocidade nas condutas de descarga
- ☐ B3-Avaria no sistema de recirculação.
- ☐ Outra: __________

Solução

Deverá utilizar esta secção para dar o seu contributo na identificação de soluções já testadas

____

C- Curto-circuito hidráulico no decantador.

	1	2	3	4	5
Severidade	○	○	○	○	○
Frequência	○	○	○	○	○

Causas Possíveis

- ☐ C1-Carga hidráulica excessiva
- ☐ C2-Descarregadores desnivelados
- ☐ C3-Mau funcionamento do equipamento
- ☐ C4-Tempo de retenção reduzido devido à acumulação de sólidos e de areias no fundo do decantador
- ☐ Outra: __________

Solução

Deverá utilizar esta secção para dar o seu contributo na identificação de soluções já testadas

____

D- Presença de lamas na superfície do decantador secundário.

	1	2	3	4	5
Severidade					
Frequência					

Causas Possíveis

- ☐ D1-Recirculação ou extracção de lamas insuficiente
- ☐ D2-Carga hidráulica superficial excessiva
- ☐ D3-Caudais de ponta afogando os descarregadores
- ☐ Outra:

DECANTADOR SECUNDÁRIO – EM SISTEMA COM BIOMASSA SUSPENSA

A- Presença de lamas na superfície do decantador secundário.

	1	2	3	4	5
Severidade					
Frequência					

Causas Possíveis

- ☐ A1-Organismos filamentosos.
- ☐ A2-Desnitrificação no decantador secundário, as bolhas de azoto gasoso aderem às particulas de lamas, provocando a sua subida.
- ☐ A3- Recirculção ou extracção de lamas insuficiente
- ☐ A4- Quando ocorre caudais de ponta verifica-se o afogamento dos descarregadores
- ☐ A5- Carga de sólidos no decantador muito elevada
- ☐ A6- Carga hidráulica superficial excessiva
- ☐ A7-Tanque de arejamento sobrecarregado devido a uma fraca concentração de SST, dando origens a lamas jovens com baixa densidade.
- ☐ A8-Baixo teor de OD no tanque de arejamento.
- ☐ Outra:

Solução

Deverá utilizar esta secção para dar o seu contributo na identificação de soluções já testadas

B- Flocos de pequena dimensão no efluente do decantador secundário, efluente turvo.

	1	2	3	4	5
Severidade	○	○	○	○	○
Frequência	○	○	○	○	○

Causas Possíveis

- [ ] B1-Turbulência excessiva no tanque de arejamento.
- [ ] B2-Lamas sobre-oxidadas
- [ ] B3-Condições anaeróbias no tanque de arejamento
- [ ] B4-Cargas tóxicas elevadas.
- [ ] B5-Baixo teor de SSV no tanque de arejamento devido ao arranque da estação ou a uma descarga excessiva de lamas
- [ ] B6-Aumento da carga orgânica
- [ ] Outra: ______

Solução

Deverá utilizar esta secção para dar o seu contributo na identificação de soluções já testadas

______

C- Formação de espumas à superfície do decantador secundário.

	1	2	3	4	5
Severidade	○	○	○	○	○
Frequência	○	○	○	○	○

Causas Possíveis

○ C1-Falta de oxigenação

○ C2- Presença de organismos filamentosos

○ Outra: ______

Solução

Deverá utilizar esta secção para dar o seu contributo na identificação de soluções já testadas

______

D- Distribuição não uniforme do caudal nos descarregadores.

	1	2	3	4	5
Severidade	○	○	○	○	○
Frequência	○	○	○	○	○

Causas Possíveis

- ☐ D1-Acumulação de sólidos e/ou crescimento de plantas aquáticas nos descarregadores
- ☐ D2-Desenvolvimento de algas nos descarregadores
- ☐ Outra: ________

Solução

Deverá utilizar esta secção para dar o seu contributo na identificação de soluções já testadas

____

E- Deficiente remoção de lamas decantadas

	1	2	3	4	5
Severidade	○	○	○	○	○
Frequência	○	○	○	○	○

Causas Possíveis

- ☐ F1-Lamas muito espessas e densas
- ☐ F2-Baixa velocidade nas condutas de descarga
- ☐ F3-Avaria no sistema de recirculação
- ☐ Outra: ________

Solução

Deverá utilizar esta secção para dar o seu contributo na identificação de soluções já testadas

____

F- Curto-circuito hidráulico no decantador

	1	2	3	4	5
Severidade	○	○	○	○	○
Frequência	○	○	○	○	○

Causas Possíveis

- ☐ G1-Carga hidráulica excessiva
- ☐ G2-Descarregadores desnivelados
- ☐ G3-Mau funcionamento do equipamento
- ☐ G4-Tempo de retenção reduzido devido à acumulação de sólidos e de areias no fundo do decantador
- ☐ Outra: ____

Solução

Deverá utilizar esta secção para dar o seu contributo na identificação de soluções já testadas

____

G- Pequenas partículas semelhantes a cinzas na superfície do decantador.

	1	2	3	4	5
Severidade	○	○	○	○	○
Frequência	○	○	○	○	○

Causas Possíveis

- ☐ H1-Inicio da desnitrificação
- ☐ H2-Quantidade excessiva de gordura no tanque de arejamento.
- ☐ Outra: ____

Solução

Deverá utilizar esta secção para dar o seu contributo na identificação de soluções já testadas

____

Resultados obtidos no questionário *on-line*

9 respostas

Resumo Ver as respostas completas

IDENTIFICAÇÃO

Ensino e Investigação	2
Gestor de ETAR	5
Operador de ETAR	1

GRADAGEM

Escala

Escala de Severidade Descrição 1 Insignificante 2 Pequena 3 Moderada 4 Elevada 5 Muito Elevada Escala de Frequência Descrição 1 Pode ocorrer em situações excepcionais (1 vez em 10 anos) 2 Pode ocorrer 1 vez por ano 3 Vai ocorrer provavelmente 1 vez por mês 4 Vai acontecer provavelmente 1 vez por semana 5 Espera-se que ocorra 1 vez por dia

A - Odores desagradáveis, presença de moscas e outros insectos - Severidade

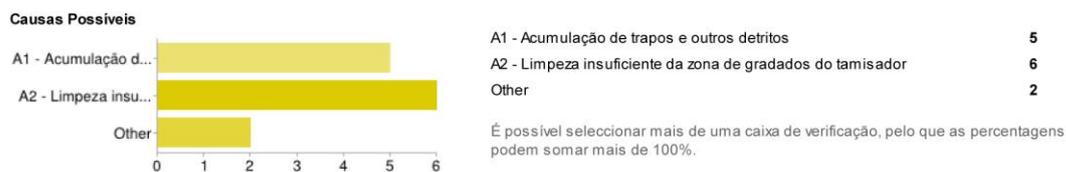
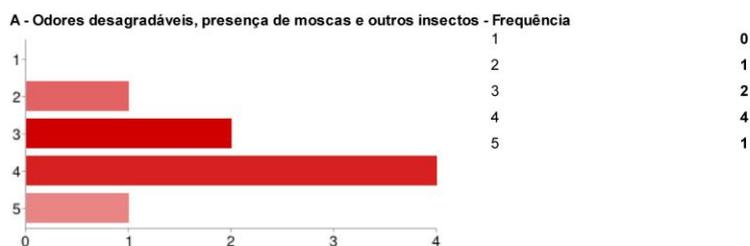
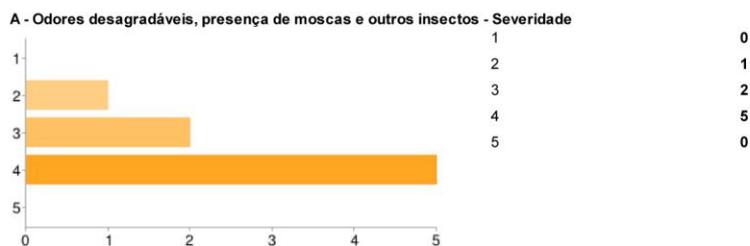
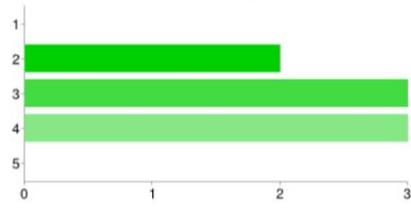
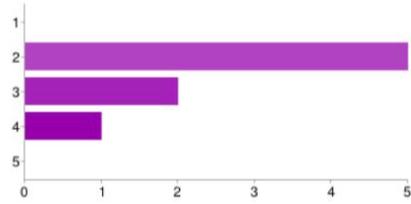
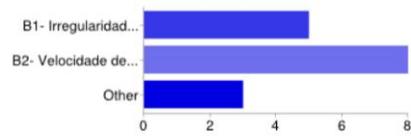
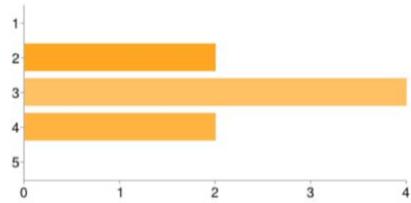
1	0
2	1
3	2
4	5
5	0

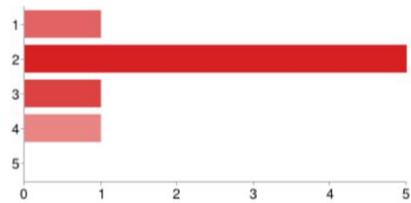
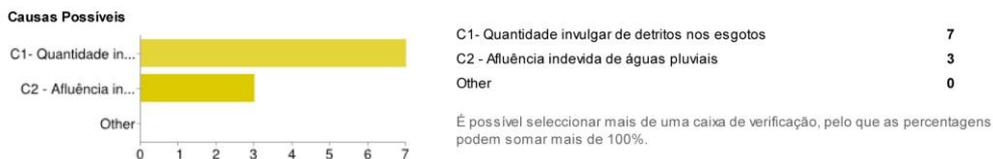
A - Odores desagradáveis, presença de moscas e outros insectos - Frequência

1	0
2	1
3	2
4	4
5	1

Causas Possíveis

A1 - Acumulação de trapos e outros detritos	5
A2 - Limpeza insuficiente da zona de gradados do tamisador	6
Other	2

É possível seleccionar mais de uma caixa de verificação, pelo que as percentagens podem somar mais de 100%.

B- Excesso de areias na câmara de grades - Severidade
1 0
2 2
3 3
4 3
5 0
B- Excesso de areias na câmara de grades - Frequência
1 0
2 5
3 2
4 1
5 0
Causas Possíveis
B1- Irregularidad...
B2- Velocidade de...
Other
B1- Irregularidades no fundo do canal 5
B2- Velocidade de escoamento muito baixa 8
Other 3
É possível seleccionar mais de uma caixa de verificação, pelo que as percentagens podem somar mais de 100%.
C- Colmatação excessiva nas gradagens - Severidade
1 0
2 2
3 4
4 2
5 0
C- Colmatação excessiva nas gradagens - Frequência
1 1
2 5
3 1
4 1
5 0

C1- Quantidade invulgar de detritos nos esgotos	7
C2 - Afluência indevida de águas pluviais	3
Other	0

É possível seleccionar mais de uma caixa de verificação, pelo que as percentagens podem somar mais de 100%.

DESARENADOR / DESENGORDURADOR

Escala

Escala de Severidade Descrição 1 Insignificante 2 Pequena 3 Moderada 4 Elevada 5 Muito Elevada Escala de Frequência Descrição 1 Pode ocorrer em situações excepcionais (1 vez em 10 anos) 2 Pode ocorrer 1 vez por ano 3 Vai ocorrer provavelmente 1 vez por mês 4 Vai acontecer provavelmente 1 vez por semana 5 Espera-se que ocorra 1 vez por dia

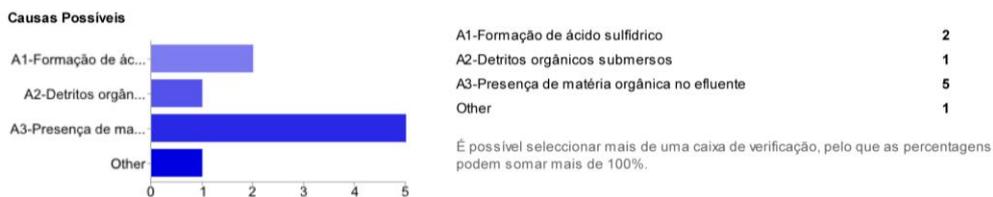
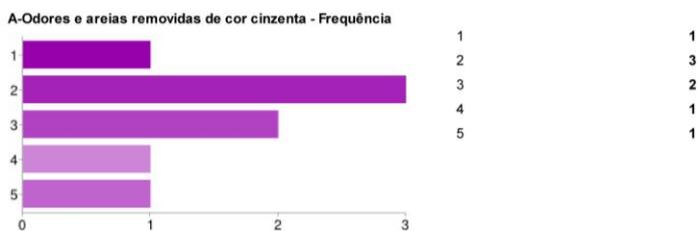
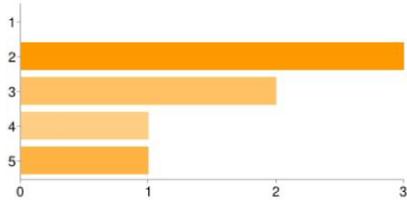
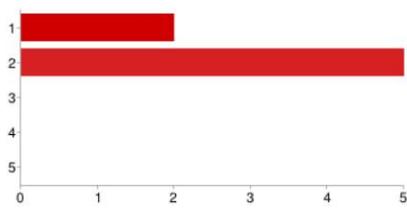
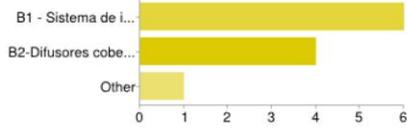
1	1
2	3
3	3
4	0
5	0

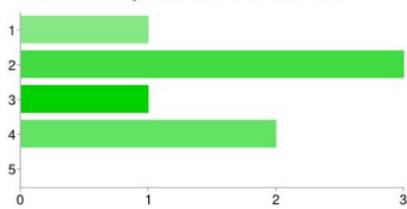
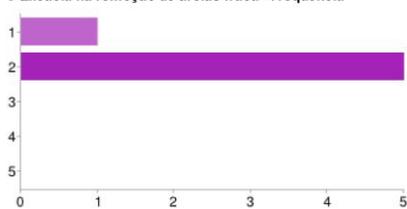
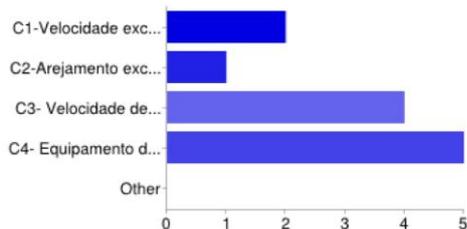
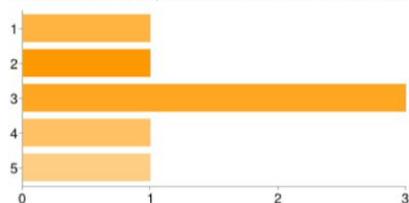
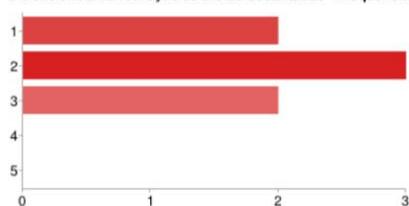
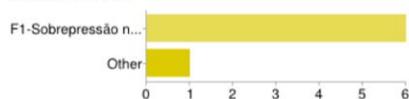
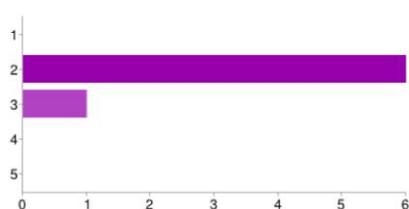
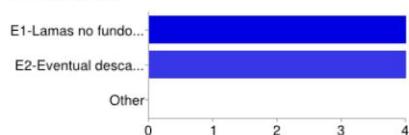
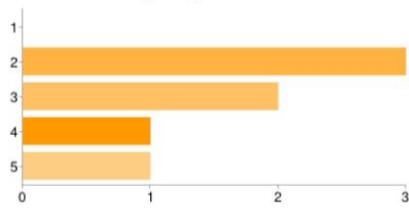
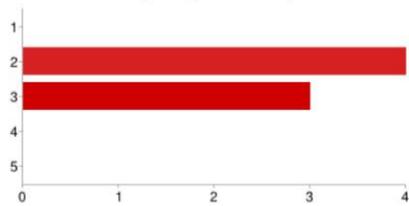
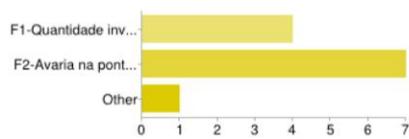
A-Odores e areias removidas de cor cinzenta - Frequência

1	1
2	3
3	2
4	1
5	1

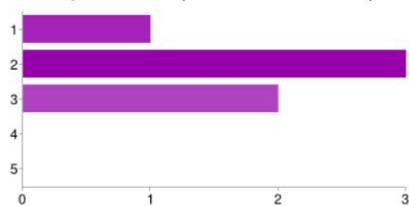
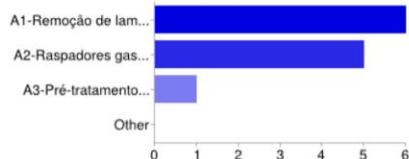
A1-Formação de ácido sulfidrico	2
A2-Detritos orgânicos submersos	1
A3-Presença de matéria orgânica no efluente	5
Other	1

É possível seleccionar mais de uma caixa de verificação, pelo que as percentagens podem somar mais de 100%.

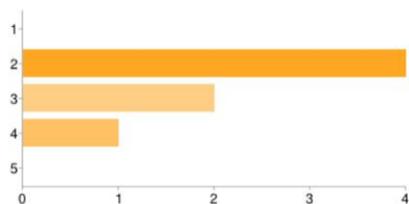
1
2
3
4
5
0
1
2
3

B-Reduzida turbulência no desarenador com insuflação de ar - Frequência
1 2
2 5
3 0
4 0
5 0

Causas Possíveis
B1 - Sistema de i...
B2-Difusores cobe...
Other
B1 - Sistema de injecção de ar inadequada 6
B2-Difusores cobertos por detritos 4
Other 1
É possível seleccionar mais de uma caixa de verificação, pelo que as percentagens podem somar mais de 100%.

C-Eficácia na remoção de areias fraca - Severidade
1 1
2 3
3 1
4 2
5 0

C-Eficácia na remoção de areias fraca - Frequência
1 1
2 5
3 0
4 0
5 0

C1-Velocidade exc...
C2-Arejamento exc...
C3- Velocidade de...
C4- Equipamento d...
Other
0 1 2 3 4 5
C1-Velocidade excessiva em desarenadores em canal 2
C2-Arejamento excessivo em desarenadores com insuflação de ar 1
C3- Velocidade de escoamento excessiva 4
C4- Equipamento de remoção de areias a funcionar em ciclos demasiado curtos 5
Other 0
É possível seleccionar mais de uma caixa de verificação, pelo que as percentagens podem somar mais de 100%.
D-Deficiência na remoção de areias decantadas - Severidade
1 1 11%
2 1 11%
3 3 33%
4 1 11%
5 1 11%
D-Deficiência na remoção de areias decantadas - Frequência
1 2 22%
2 3 33%
3 2 22%
4 0 0%
5 0 0%
Causas Possíveis
F1-Sobrepressão n...
Other
F1-Sobrepressão na bombagem 6 86%
Other 1 14%
É possível seleccionar mais de uma caixa de verificação, pelo que as percentagens podem somar mais de 100%.
1 0
2 6
3 1
4 0
5 0
Causas Possíveis
E1-Lamas no fundo...
E2-Eventual desca...
Other
E1-Lamas no fundo ca câmara de areias 4
E2-Eventual descarga de detergentes. 4
Other 0
É possível seleccionar mais de uma caixa de verificação, pelo que as percentagens podem somar mais de 100%.

DECANTADOR PRIMÁRIO

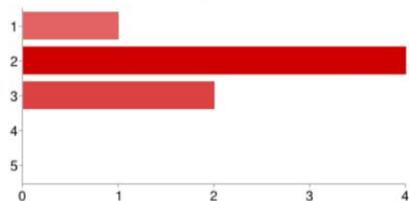
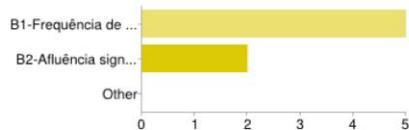
Escala

Escala de Severidade Descrição 1 Insignificante 2 Pequena 3 Moderada 4 Elevada 5 Muito Elevada Escala de Frequência Descrição 1 Pode ocorrer em situações excepcionais (1 vez em 10 anos) 2 Pode ocorrer 1 vez por ano 3 Vai ocorrer provavelmente 1 vez por mês 4 Vai acontecer provavelmente 1 vez por semana 5 Espera-se que ocorra 1 vez por dia

Causas Possíveis

A1-Remoção de lamas incorrecta	6
A2-Raspadores gastos ou danificados	5
A3-Pré-tratamento inadequado das águas residuais industriais orgânicas	1
Other	0

É possível seleccionar mais de uma caixa de verificação, pelo que as percentagens podem somar mais de 100%.

B-Excesso de escumas - Severidade

1	0
2	4
3	2
4	1
5	0

B-Excesso de escumas - Frequência

1	1
2	4
3	2
4	0
5	0

Causas Possíveis

B1-Frequência de remoção de escumas inadequada	5
B2-Afluência significativa de esgotos industriais	2
Other	0

É possível seleccionar mais de uma caixa de verificação, pelo que as percentagens podem somar mais de 100%.

C-Dificuldade em remover lamas sedimentadas - Severidade

1	0
2	2
3	2
4	2
5	1

Causas Possíveis

C1- Avaria ou mau...
C2- Condutas colm...
Other
0 1 2 3 4 5

C1- Avaria ou mau funcionamento do raspador de fundo	5
C2- Condutas colmatadas ou avaria da bomba	4
Other	0

É possível seleccionar mais de uma caixa de verificação, pelo que as percentagens podem somar mais de 100%.

D-Baixo teor de sólidos na lamas do decantador - Severidade

1	1
2	1
3	3
4	1
5	0

D-Baixo teor de sólidos na lamas do decantador - Frequência

2
2
2
0
0

Causas Possíveis

D1- Taxa de aplicação superficial alta	3	
D2- Curto circuito hidráulico nos decantadores	2	
D3- Baixo tempo de retenção	5	1
Other	1	

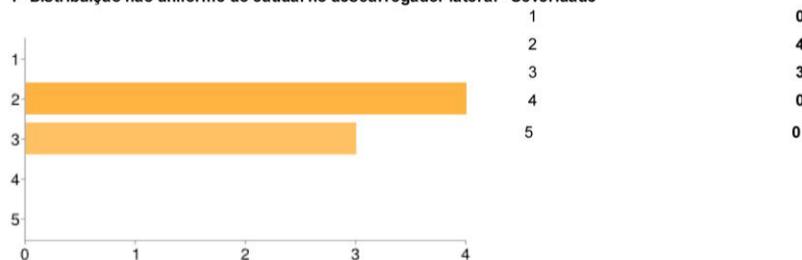
É possível seleccionar mais de uma caixa de verificação, pelo que as percentagens podem somar mais de 100%.

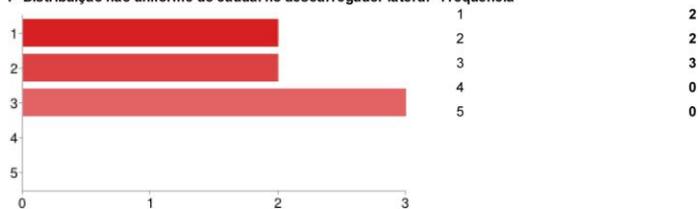
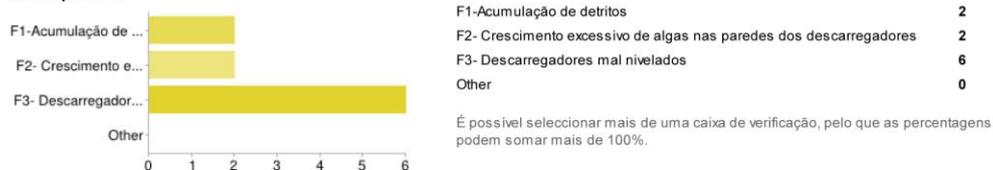
E-Excesso de matéria orgânica nas lamas decantadas - Severidade

1	1
2	4
3	1
4	1
5	0

E-Excesso de matéria orgânica nas lamas decantadas - Frequência
1 1
2 2
3 3
4 0
5 1

Causas Possíveis
E1-Velocidade de ...
Other
E1-Velocidade de escoamento muito baixa 4
Other 0
É possível seleccionar mais de uma caixa de verificação, pelo que as percentagens podem somar mais de 100%.

F- Distribuição não uniforme do caudal no descarregador lateral - Severidade
1 0
2 4
3 3
4 0
5 0

F- Distribuição não uniforme do caudal no descarregador lateral - Frequência
1 2
2 2
3 3
4 0
5 0

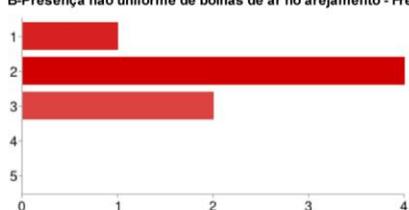
Causas possíveis
F1-Acumulação de ...
F2- Crescimento e...
F3- Descarregador...
Other
F1-Acumulação de detritos 2
F2- Crescimento excessivo de algas nas paredes dos descarregadores 2
F3- Descarregadores mal nivelados 6
Other 0
É possível seleccionar mais de uma caixa de verificação, pelo que as percentagens podem somar mais de 100%.

TANQUE DE AREJAMENTO

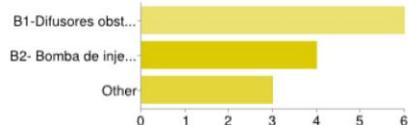
Escala

Escala de Severidade Descrição 1 Insignificante 2 Pequena 3 Moderada 4 Elevada 5 Muito Elevada Escala de Frequência Descrição 1 Pode ocorrer em situações excepcionais (1 vez em 10 anos) 2 Pode ocorrer 1 vez por ano 3 Vai ocorrer provavelmente 1 vez por mês 4 Vai acontecer provavelmente 1 vez por semana 5 Espera-se que ocorra 1 vez por dia

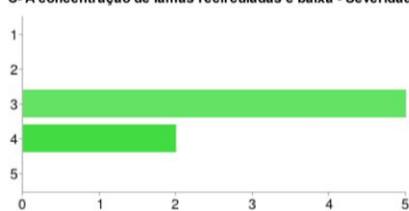
A1- Elevada idade das lamas.	5
A2- Baixos teores de oxigénio devido ao fraco arejamento	5
A3-Desenvolvimento de condições anaeróbias no tanque de arejamento	5
A4-Concentração de SST superior à normal.	5
A5-Baixo pH	0
A6- Baixo tempo de retenção hidráulico	0
A7- Distribuição de caudal pelos tanques não é uniforme	0
Other	2

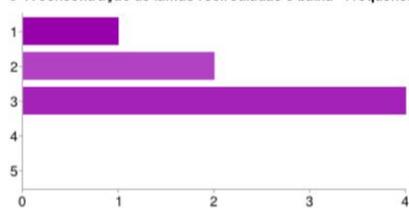
É possível seleccionar mais de uma caixa de verificação, pelo que as percentagens podem somar mais de 100%.

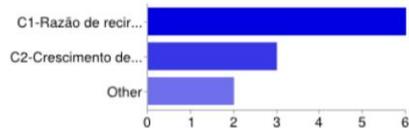
B-Presença não uniforme de bolhas de ar no arejamento - Frequência

1	1	11%
2	4	44%
3	2	22%
4	0	0%
5	0	0%

Causas Possíveis

B1-Difusores obstruídos	6	86%
B2- Bomba de injecção de ar avariada	4	57%
Other	3	43%

É possível seleccionar mais de uma caixa de verificação, pelo que as percentagens podem somar mais de 100%.

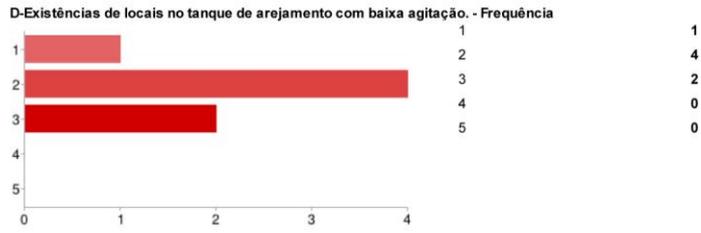
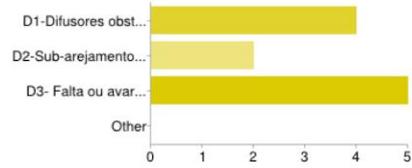
C- A concentração de lamas recirculadas é baixa - Severidade

1	0
2	0
3	5
4	2
5	0

C- A concentração de lamas recirculadas é baixa - Frequência

1	1
2	2
3	4
4	0
5	0

Causas Possíveis

C1-Razão de recirculação de lamas muito elevada	6	86%
C2-Crescimento de organismos filamentosos como actinomicetos	3	43%
Other	2	29%

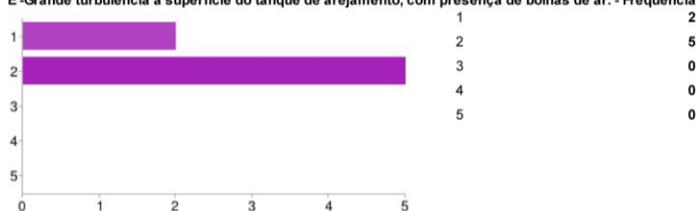
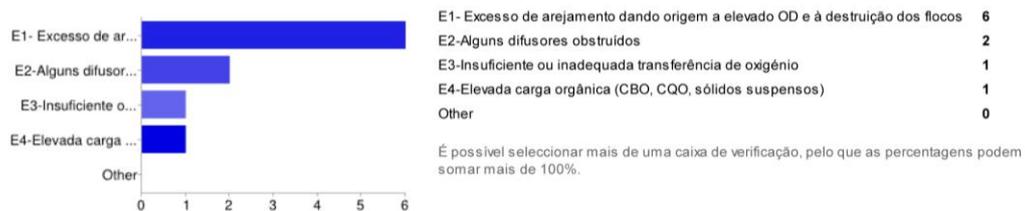
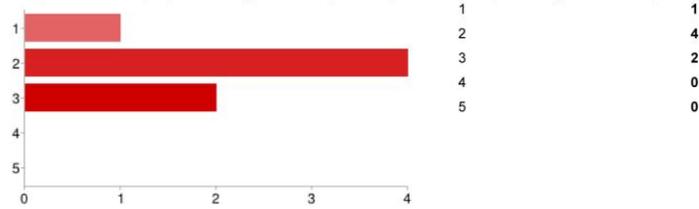
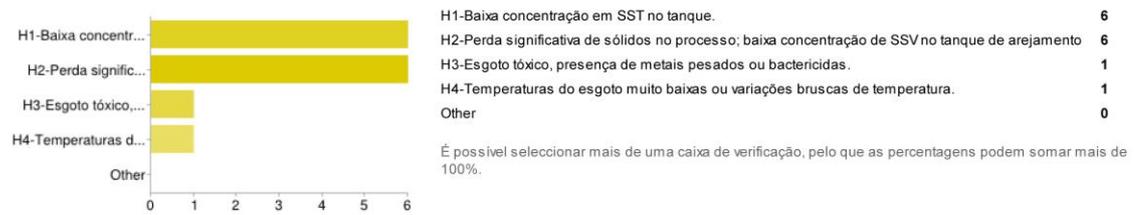
É possível seleccionar mais de uma caixa de verificação, pelo que as percentagens podem somar mais de 100%.

D-Existências de locais no tanque de arejamento com baixa agitação. - Severidade
1
2
3
4
5
0
1
2
3
4
5
1 0
2 1
3 5
4 1
5 0

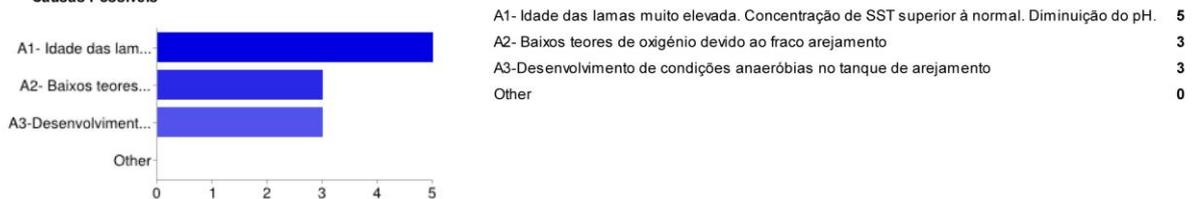
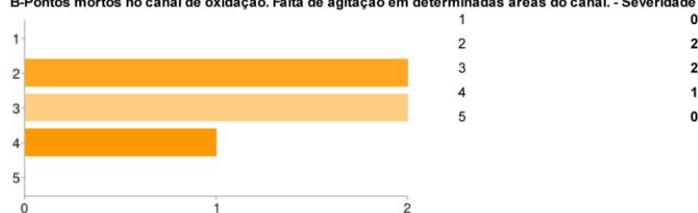
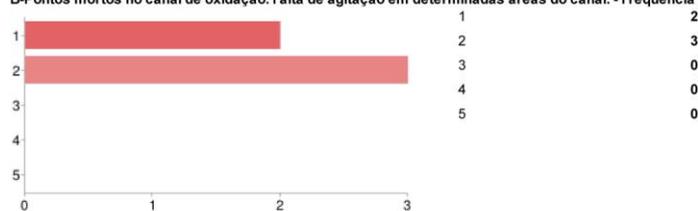
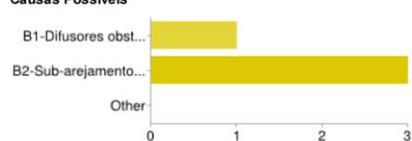
D-Existências de locais no tanque de arejamento com baixa agitação. - Frequência
1
2
3
4
5
0
1
2
3
4
1 1
2 4
3 2
4 0
5 0

Causas Possíveis
D1-Difusores obst...
D2-Sub-arejamento...
D3- Falta ou avar...
Other
0
1
2
3
4
5
D1-Difusores obstruídos
D2-Sub-arejamento resultando baixo OD e/ou odores sépticos 2
D3- Falta ou avaria no sistema de agitação 5
Other 0
É possível seleccionar mais de uma caixa de verificação, pelo que as percentagens podem somar mais de 100%.

E -Grande turbulência à superfície do tanque de arejamento, com presença de bolhas de ar. - Severidade
1 0
2 1
3 2
4 2
5 0

E -Grande turbulência à superfície do tanque de arejamento, com presença de bolhas de ar. - Frequência
1 2
2 5
3 0
4 0
5 0

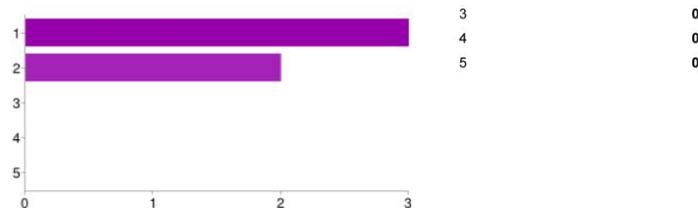
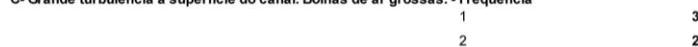
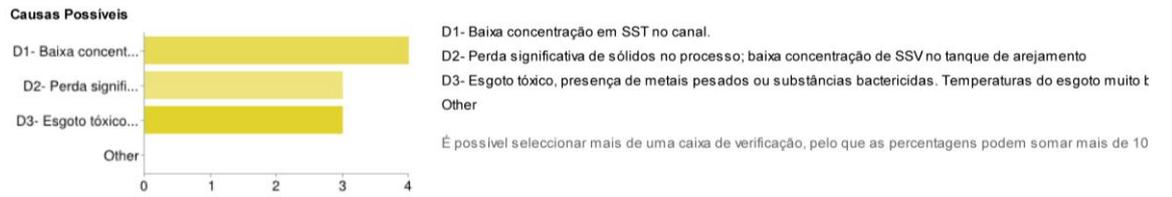
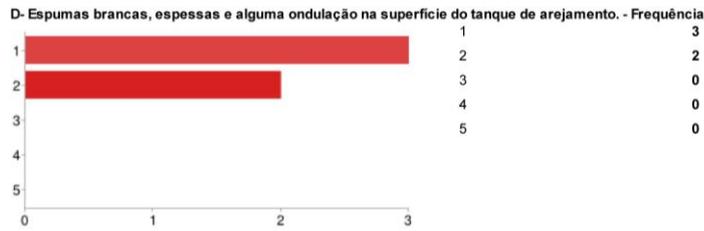
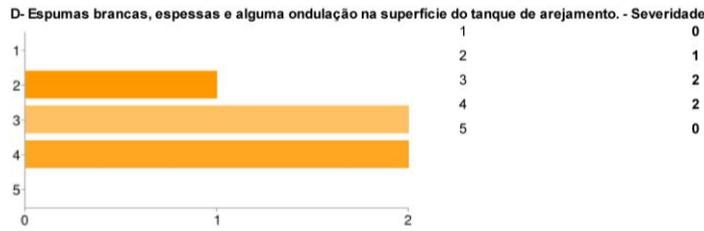
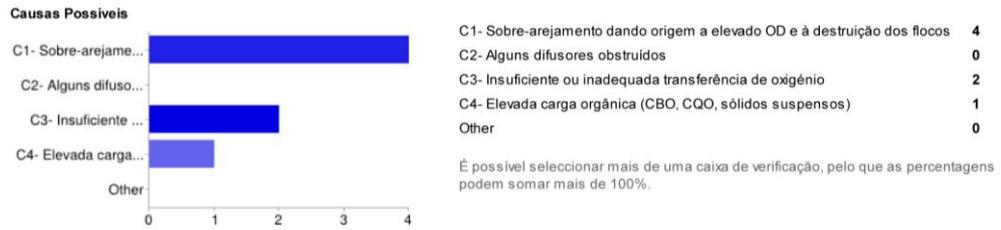
Causas Possíveis
E1- Excesso de arejamento dando origem a elevado OD e à destruição dos flocos 6
E2-Alguns difusores obstruídos 2
E3-Insuficiente ou inadequada transferência de oxigénio 1
E4-Elevada carga orgânica (CBO, CQO, sólidos suspensos) 1
Other 0
É possível seleccionar mais de uma caixa de verificação, pelo que as percentagens podem somar mais de 100%.

H-Espumas brancas, espessas e alguma ondulação na superfície do tanque de arejamento. - Severidade
1 0
2 1
3 5
4 1
5 0

CANAIS DE OXIDAÇÃO

Escala

Escala de Severidade Descrição 1 Insignificante 2 Pequena 3 Moderada 4 Elevada 5 Muito Elevada Escala de Frequência Descrição 1 Pode ocorrer em situações excepcionais (1 vez em 10 anos) 2 Pode ocorrer 1 vez por ano 3 Vai ocorrer provavelmente 1 vez por mês 4 Vai acontecer provavelmente 1 vez por semana 5 Espera-se que ocorra 1 vez por dia

B-Pontos mortos no canal de oxidação. Falta de agitação em determinadas áreas do canal. - Severidade
1 0
2 2
3 2
4 1
5 0

B-Pontos mortos no canal de oxidação. Falta de agitação em determinadas áreas do canal. - Frequência
1 2
2 3
3 0
4 0
5 0

Causas Possíveis
B1-Difusores obst...
B2-Sub-arejamento...
Other
B1-Difusores obstruídos 1
B2-Sub-arejamento resultando baixo OD e/ou odores sépticos 3
Other 0
É possível seleccionar mais de uma caixa de verificação, pelo que as percentagens podem somar mais de 100%.

C- Grande turbulência à superfície do canal. Bolhas de ar grossas. - Severidade
1 0
2 1
3 2
4 2
5 0

C- Grande turbulência à superfície do canal. Bolhas de ar grossas. - Frequência
1 3
2 2
3 0
4 0
5 0

É possível seleccionar mais de uma caixa de verificação, pelo que as percentagens podem somar mais de 100%.

LEITOS PERCOLADORES

Escala

Escala de Severidade Descrição 1 Insignificante 2 Pequena 3 Moderada 4 Elevada 5 Muito Elevada Escala de Frequência Descrição 1 Pode ocorrer em situações excepcionais (1 vez em 10 anos) 2 Pode ocorrer 1 vez por ano 3 Vai ocorrer provavelmente 1 vez por mês 4 Vai acontecer provavelmente 1 vez por semana 5 Espera-se que ocorra 1 vez por dia

A-Presença de água na superfície do leito percolador. - Severidade

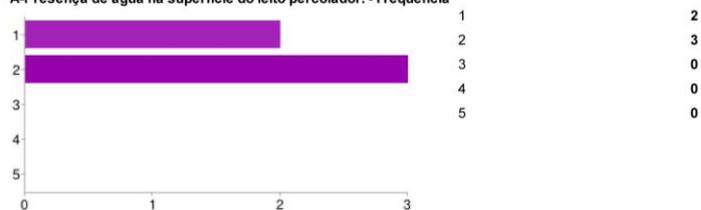
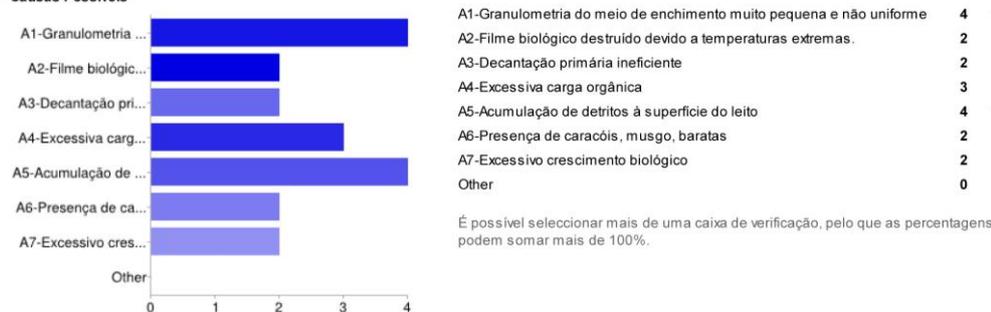
1	**0**
2	**2**
3	**0**
4	**2**
5	**1**

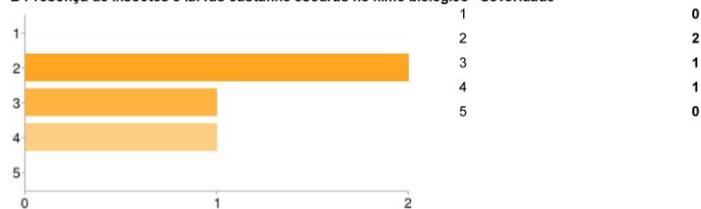
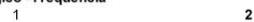
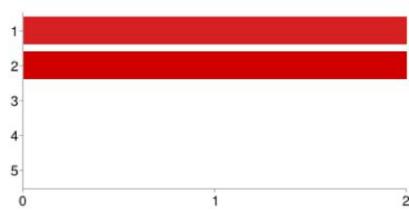
A-Presença de água na superfície do leito percolador. - Frequência

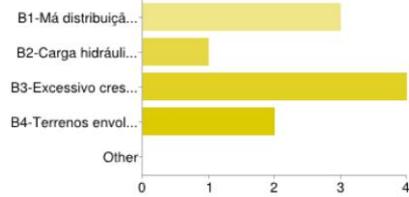
1	**2**
2	**3**
3	**0**
4	**0**
5	**0**

Causas Possíveis

A1-Granulometria do meio de enchimento muito pequena e não uniforme	**4**
A2-Filme biológico destruído devido a temperaturas extremas.	**2**
A3-Decantação primária ineficiente	**2**
A4-Excessiva carga orgânica	**3**
A5-Acumulação de detritos à superfície do leito	**4**
A6-Presença de caracóis, musgo, baratas	**2**
A7-Excessivo crescimento biológico	**2**
Other	**0**

É possível seleccionar mais de uma caixa de verificação, pelo que as percentagens podem somar mais de 100%.

B-Presença de insectos e larvas castanho escuras no filme biológico - Severidade

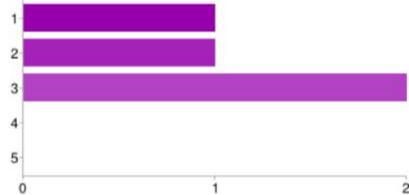
1	**0**
2	**2**
3	**1**
4	**1**
5	**0**

B-Presença de insectos e larvas castanho escuras no filme biológico - Frequência

1	**2**

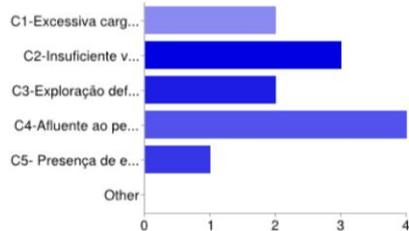
Causas Possíveis

B1-Má distribuição do filme biológico, especialmente junto das paredes	3
B2-Carga hidráulica insuficiente para remover os ovos e larvas de insectos do leito percolador	1
B3-Excessivo crescimento biológico	4
B4-Terrenos envolventes permitem a reprodução de moscas	2
Other	0

É possível seleccionar mais de uma caixa de verificação, pelo que as percentagens podem somar mais de 100%.

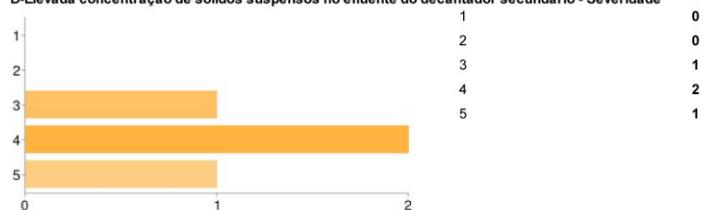
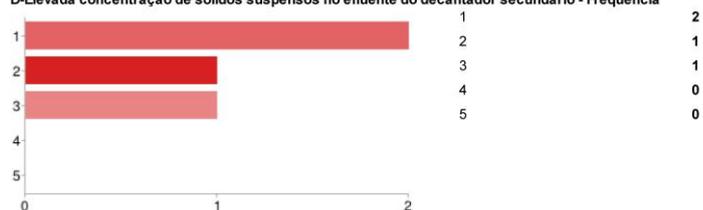
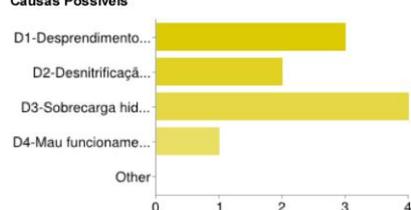
C-Odores (decomposição anaeróbia dentro do leito) - Severidade

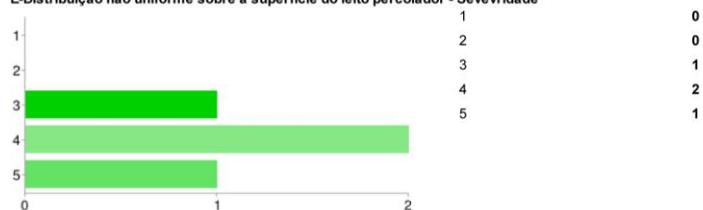
1	0
2	0
3	0
4	1
5	0

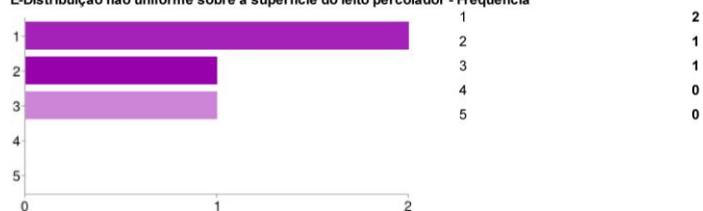
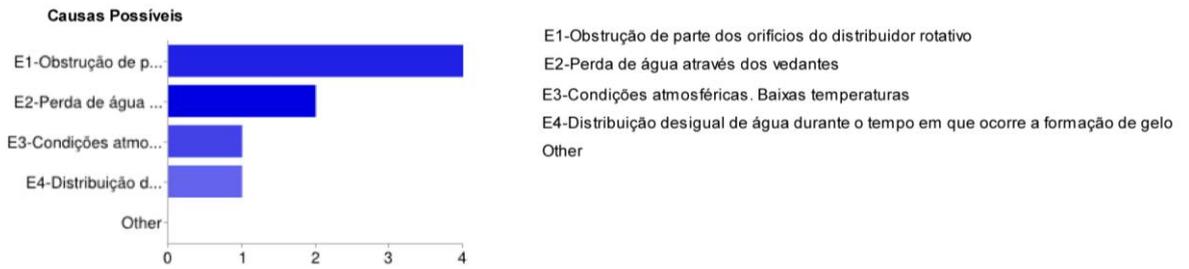
C-Odores (decomposição anaeróbia dentro do leito) - Frequência

1	1
2	1
3	2
4	0
5	0

Causas Possíveis

C1-Excessiva carga orgânica.	2
C2-Insuficiente ventilação	3
C3-Exploração deficiente	2
C4-Afluente ao percolador em condições sépticas	4
C5- Presença de esgoto industrial	1
Other	0

É possível seleccionar mais de uma caixa de verificação, pelo que as percentagens podem somar mais de 100%.

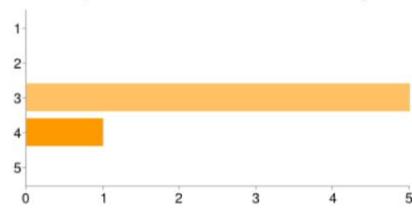
D-Elevada concentração de sólidos suspensos no efluente do decantador secundário - Severidade
1 0
2 0
3 1
4 2
5 1

D-Elevada concentração de sólidos suspensos no efluente do decantador secundário - Frequência
1 2
2 1
3 1
4 0
5 0

Causas Possíveis
D1-Desprendimento excessivo do filme biológico do leito percolador 3
D2-Desnitrificação no decantador secundário 2
D3-Sobrecarga hidráulica no decantador secundário 4
D4-Mau funcionamento do equipamento instalado no decantador secundário 1
Other 0
É possível seleccionar mais de uma caixa de verificação, pelo que as percentagens podem somar mais de 100%.

E-Distribuição não uniforme sobre a superficie do leito percolador - Sevevridade
1 0
2 0
3 1
4 2
5 1

E-Distribuição não uniforme sobre a superficie do leito percolador - Frequência
1 2
2 1
3 1
4 0
5 0

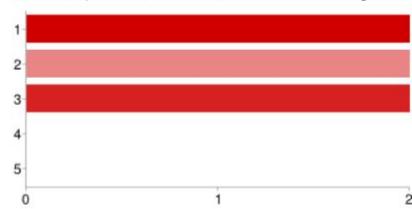
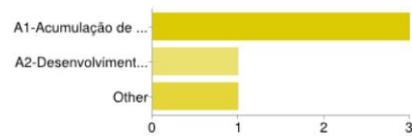
E1-Obstrução de parte dos orifícios do distribuidor rotativo
E2-Perda de água através dos vedantes
E3-Condições atmosféricas. Baixas temperaturas
E4-Distribuição desigual de água durante o tempo em que ocorre a formação de gelo
Other

DECANTADOR SECUNDÁRIO - em sistema de biomassa fixa

Escala

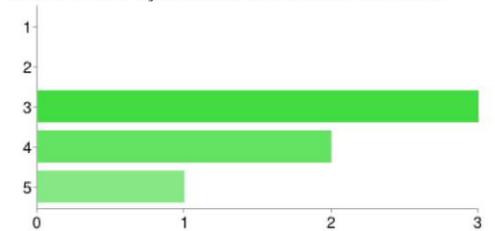
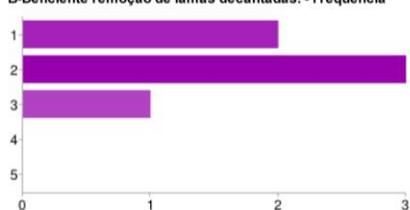
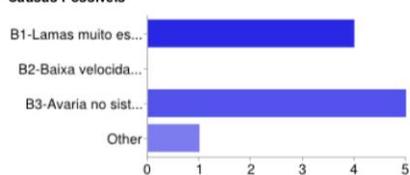
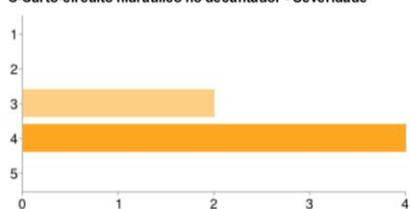
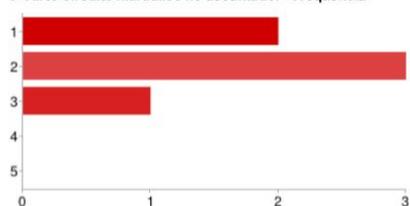
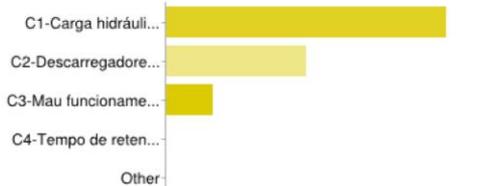
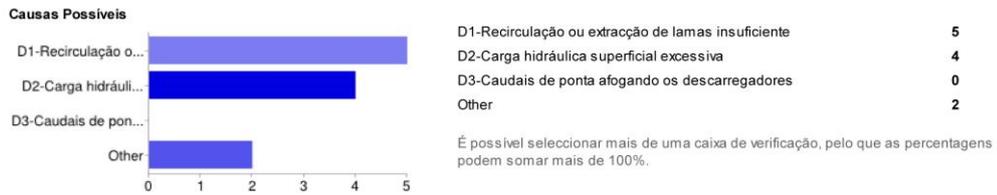
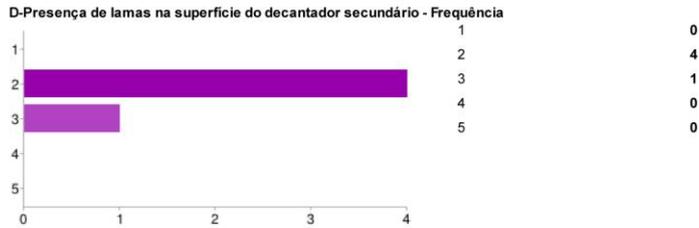
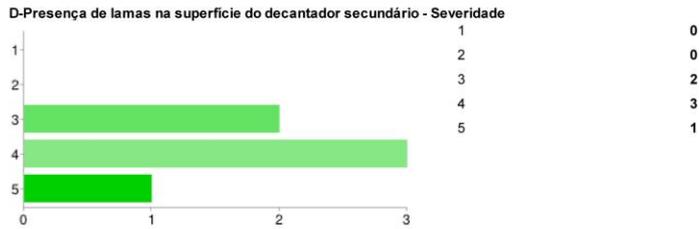
Escala de Severidade Descrição 1 Insignificante 2 Pequena 3 Moderada 4 Elevada 5 Muito Elevada Escala de Frequência Descrição 1 Pode ocorrer em situações excepcionais (1 vez em 10 anos) 2 Pode ocorrer 1 vez por ano 3 Vai ocorrer provavelmente 1 vez por mês 4 Vai acontecer provavelmente 1 vez por semana 5 Espera-se que ocorra 1 vez por dia

A- Distribuição não uniforme do caudal nos descarregadores - Severidade

1	**0**
2	**0**
3	**5**
4	**1**
5	**0**

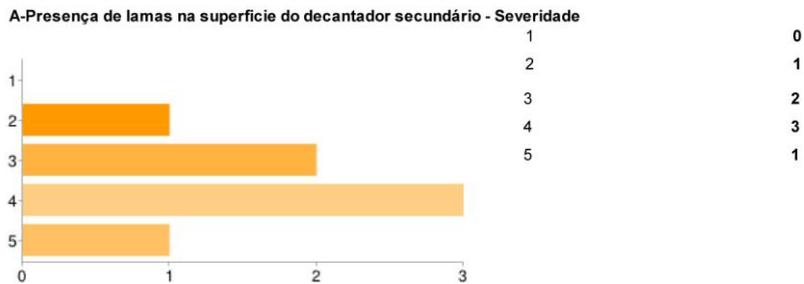
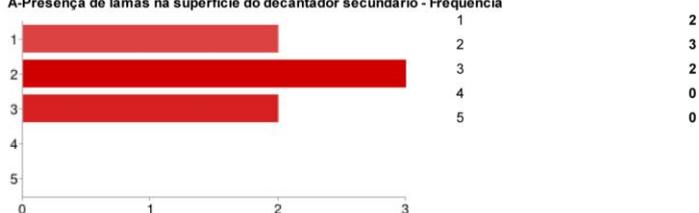
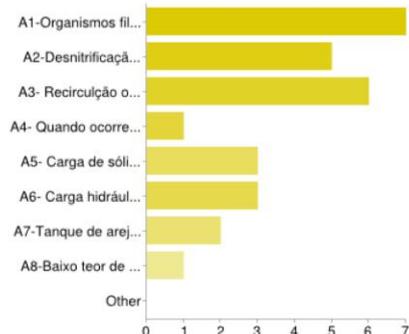
A- Distribuição não uniforme do caudal nos descarregadores - Frequência

1	**2**
2	**2**
3	**2**
4	**0**
5	**0**

A1-Acumulação de sólidos e/ou crescimento de plantas aquáticas nos descarregadores	**3**
A2-Desenvolvimento de algas nos descarregadores	**1**
Other	**1**

É possível seleccionar mais de uma caixa de verificação, pelo que as percentagens podem somar mais de 100%.

B-Deficiente remoção de lamas decantadas. - Severidade

1	**0**
2	**0**
3	**3**
4	**2**
5	**1**

B-Deficiente remoção de lamas decantadas. - Frequência
1 2
2 3
3 1
4 0
5 0
Causas Possíveis
B1-Lamas muito es...
B2-Baixa velocida...
B3-Avaria no sist...
Other
B1-Lamas muito espessas e densas 4
B2-Baixa velocidade nas condutas de descarga 0
B3-Avaria no sistema de recirculação. 5
Other 1
É possível seleccionar mais de uma caixa de verificação, pelo que as percentagens podem somar mais de 100%.
C-Curto-circuito hidráulico no decantador - Severidade
1 0
2 0
3 2
4 4
5 0
C-Curto-circuito hidráulico no decantador - Frequência
1 2
2 3
3 1
4 0
5 0
C1-Carga hidráuli...
C2-Descarregadore...
C3-Mau funcioname...
C4-Tempo de reten...
Other
C1-Carga hidráulica excessiva 6
C2-Descarregadores desnivelados 3
C3-Mau funcionamento do equipamento 1
C4-Tempo de retenção reduzido devido à acumulação de sólidos e de areias no fundo do decantador 0
Other 0

DECANTADOR SECUNDÁRIO - sistema de biomassa suspensa

Escala

Escala de Severidade Descrição 1 Insignificante 2 Pequena 3 Moderada 4 Elevada 5 Muito Elevada Escala de Frequência Descrição 1 Pode ocorrer em situações excepcionais (1 vez em 10 anos) 2 Pode ocorrer 1 vez por ano 3 Vai ocorrer provavelmente 1 vez por mês 4 Vai acontecer provavelmente 1 vez por semana 5 Espera-se que ocorra 1 vez por dia

A-Presença de lamas na superfície do decantador secundário - Frequência

Causas Possíveis

A1-Organismos filamentosos.
A2-Desnitrificação no decantador secundário, as bolhas de azoto gasoso aderem às particulas de lamas, prov
A3- Recirculção ou extracção de lamas insuficiente
A4- Quando ocorre caudais de ponta verifica-se o afogamento dos descarregadores
A5- Carga de sólidos no decantador muito elevada
A6- Carga hidráulica superficial excessiva
A7-Tanque de arejamento sobrecarregado devido a uma fraca concentração de SST, dando origens a lamas jo
A8-Baixo teor de OD no tanque de arejamento.
Other

É possível seleccionar mais de uma caixa de verificação, pelo que as percentagens podem somar mais de 10

B-Flocos de pequena dimensão no efluente do decantador secundário, efluente turvo. - Severidade

B-Flocos de pequena dimensão no efluente do decantador secundário, efluente turvo. - Frequência

Causas Possíveis

C-Formação de espumas à superfície do decantador secundário. - Severidade

1	**0**	0%
2	**0**	0%
3	**5**	56%
4	**1**	11%
5	**1**	11%

C-Formação de espumas à superfície do decantador secundário. - Frequência

1	**1**	11%
2	**2**	22%
3	**3**	33%
4	**0**	0%
5	**0**	0%

Causas Possíveis

C1-Falta de oxigenação	**1**	11%
C2- Presença de organismos filamentosos	**6**	67%
Other	**2**	22%

D- Distribuição não uniforme do caudal nos descarregadores. - Severidade

1	**0**
2	**2**
3	**4**
4	**1**
5	**0**

D- Distribuição não uniforme do caudal nos descarregadores. - Frequência

1	**2**
2	**3**
3	**2**
4	**0**
5	**0**

Causas Possíveis

D1-Acumulação de sólidos e/ou crescimento de plantas aquáticas nos descarregadores	**4**
D2-Desenvolvimento de algas nos descarregadores	**2**
Other	**1**

É possível seleccionar mais de uma caixa de verificação, pelo que as percentagens podem somar mais de 100%.

F1-Lamas muito espessas e densas	4
F2-Baixa velocidade nas condutas de descarga	1
F3-Avaria no sistema de recirculação	6
Other	1

É possível seleccionar mais de uma caixa de verificação, pelo que as percentagens podem somar mais de 100%.

G-Curto-circuito hidráulico do decantador - Severidade
1 0
2 0
3 4
4 2
5 1

G-Curto-circuito hidráulico do decantador - Frequência
1 2
2 3
3 1
4 0
5 0

Causas Possíveis
G1-Carga hidráuli...
G2-Descarregadore...
G3-Mau funcioname...
G4-Tempo de reten...
Other
G1-Carga hidráulica excessiva 6
G2-Descarregadores desnivelados 2
G3-Mau funcionamento do equipamento 4
G4-Tempo de retenção reduzido devido à acumulação de sólidos e de areias no fundo do decantador 1
Other 0
É possível seleccionar mais de uma caixa de verificação, pelo que as percentagens podem somar mais de 100%.

H-Pequenas partículas semelhantes a cinza à superfície do decantador. - Severidade
1 0
2 0
3 6
4 1
5 0

H-Pequenas partículas semelhantes a cinza à superfície do decantador. - Frequência
1 2
2 3
3 2
4 0
5 0

Causas Possíveis
H1-Inicio da desn...
H2-Quantidade exc...
Other
H1-Inicio da desnitrificação 6
H2-Quantidade excessiva de gordura no tanque de arejamento. 1
Other 0
É possível seleccionar mais de uma caixa de verificação, pelo que as percentagens podem somar mais de 100%.